



**MODIFIKASI SISTEM KELISTRIKAN BODI
MOBIL TOYOTA HI-ACE**

PROYEK AKHIR

**Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya**



Oleh

**Yayan Yudhi Kristianto
NIM. 07509131014**

**PROGRAM STUDY TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
JUNI 2011**

HALAMAN PENGESAHAN

PROYEK AKHIR MODIFIKASI SISTEM KELISTRIKAN BODI MOBIL TOYOTA HI-ACE

YAYAN YUDHI KRISTIANTO
07509131014

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Proyek Akhir
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Tanggal 4 Mei 2011

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

Nama Lengkap Dan Gelar		Tanda Tangan	Tanggal
1. Ketua Penguji	: Sutiman, M.T		30/6 '11
2. Sekretaris Penguji	: Suhartanta, M.Pd		30/6 '11
3. Penguji Utama	: Dr. Sukoco		30/6 '11

Yogyakarta, Juni 2011

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Negeri Yogyakarta



(Wardan Suyanto, Ed. D.)

NIP. 19540810 197803 1 001

PERSETUJUAN

Proyek Akhir yang berjudul “Modifikasi Sistem Kelistrikan Bodi Mobil Toyota Hi-Ace”, ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.

Yogyakarta, 27 April 2011
Dosen Pembimbing



Sutiman, M.T
19710203 200112 1 001

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Proyek Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Yogyakarta, 25 April 2011

Yang menyatakan,



Yayan Yudhi Kristianto

NIM. 07509131014

MODIFIKASI SISTEM KELISTRIKAN BODI MOBIL TOYOTA HI-ACE

Oleh :

YAYAN YUDHI KRISTIANTO
NIM. 07509131014

ABSTRAK

Tujuan dari Proyek Akhir ini adalah merencanakan proses modifikasi pada sistem kelistrikan bodi mobil, melaksanakan proses modifikasi pada sistem kelistrikan bodi mobil dan mengetahui kinerja sistem kelistrikan bodi mobil Toyota Hi-Ace hasil modifikasi.

Proses modifikasi pada sistem kelistrikan bodi mobil Toyota Hi-Ace dilakukan dengan mengganti kabel bodi Toyota Hi-Ace dengan Mitsubishi Colt dikarenakan sulitnya mencari berbagai macam warna kabel dan kualitas kabel. Perbaikan meliputi sistem penerangan utama (lampu kepala, jarak atau tail, plat nomor, ruangan), lampu-lampu isyarat (isyarat tanda belok, berhenti, mundur), isyarat bunyi, lampu indikator (indikator dim/flash, tanda belok, tekanan oli), indikator bahan bakar, indikator temperatur, *wiper* dan *washer*, pengaplikasian *relay* dan *fusible link* pada sistem kelistrikan. Proses pelaksanaan modifikasi yaitu dengan identifikasi komponen, pelepasan semua komponen kelistrikan bodi yang masih ada, melakukan beberapa modifikasi seperti memperbesar diameter *switch* dim/ *flash* pada poros kemudi, pembuatanudukan *relay*, *fusible link*, *washer tank*, lampu ruangan, pemasangan jaringan kabel bodi sesuai *lay out* Toyota Hi-Ace, pembungkusan kabel dengan *corrugate tube*, pemasangan komponen-komponen kelistrikan bodi, dan pengujian fungsi komponen sistem kelistrikan bodi.

Berdasarkan hasil modifikasi yang dilakukan pada mobil Toyota Hi-Ace maka dapat disimpulkan 1) memahami dan mengidentifikasi karakteristik Toyota Hi-Ace dengan Mitsubishi COLT, mengidentifikasi komponen pada Toyota Hi-Ace, mengganti kabel bodi Toyota Hi-Ace dengan Mitsubishi COLT dan mengubah *lay out* jaringan kabel, menambah panjang kabel pada bagian lampu belakang dan pada *switch* mundur, penambahan kabel dan penyambungan dengan *skun* pada *fuse box*, membuatudukan *fuse box* dan *relay*, lampu ruangan, saklar tarik *wiper washer*, kunci kontak, *fusible link*, membungkus kabel dengan *corrugate tube*, pengurusan dan pengelasan tangki bahan bakar, melakukan pengukuran pada sistem kelistrikan; 2) proses modifikasi dilakukan meliputi pemahaman karakteristik Hi-Ace dengan COLT, hasil identifikasi komponen, observasi dan pembelian komponen, penggantian komponen dan modifikasi, perakitan semua komponen, pengukuran pada sistem kelistrikan, pengujian kinerja semua sistem kelistrikan; 3) dengan menghidupkan semua sistem secara berulang dan dalam jangka waktu tertentu, semua komponen sistem kelistrikan dapat bekerja dengan baik. Hasilnya yaitu kabel tidak panas dan tidak putus, sekering tidak panas, semua pengaman pada semua sistem kelistrikan dinyatakan aman, serta kebutuhan akan daya listrik dengan penggunaan komponen yang ada dapat tercukupi.

HALAMAN MOTTO

Hanya dengan penanganan yang sungguh-sungguh kita bisa membuat yang tidak mungkin menjadi mungkin.

(Drs. H. Adang Dcerachman)

Diperlukan hati yang teguh, kesabaran dan ketekunan untuk mengerjakan suatu pekerjaan yang tadinya kelihatan sulit untuk dilaksanakan. Jika telah dilaksanakan, akan Nampak celah-celah yang tidak kelihatan.

"Dan bahwasanya seseorang tidak akan memperoleh selain apa yang telah diusahakan" (Q.S. An - Najm: 39).

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan dan rasa hormat, persembahkan karya ini buat sealam menuntut ilmu di Universitas Negeri Yogyakarta :

1. Alhamdulillahirobbil'alamin puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan semua anugerah hidayah serta inayahnya kepada saya sehingga semua pekerjaan yang saya kerjakan dapat berjalan dengan lancar.
2. Bapak Ibuku terkasih sebagai wujud baktiku, terutama ibuku. Berkat perjuangan dan do'a beliaulah akhirnya aku menjadi seperti yang engkau harapkan. Takkan kulupakan seluruh jasa-jasa yang telah engkau berikan. Serta cinta kasihmu yang ikhlas tiada batas bagi anak-anakmu.
3. Keluarga besar Yayan tercinta, kakak dan adik tercinta kalian adalah bagian dari hidupku sebagai penyemangat, terima kasih atas segala do'a, kasih sayang dan motivasinya selama penyusun menuntut ilmu di Universitas Negeri Yogyakarta.
4. Seluruh dosen-dosen yang senantiasa memberikan ilmu pengetahuan, petunjuk dan pengarahan selama proses pengerjakan proyek akhir.
5. Para sobat-sobatku satu kelompok "tim Toyota Hi-Ace" yang berjuang bersama untuk mencapai satu tujuan. Simbah Dimas, Giri, Andi, Arifin, Bintal, Iwan, Asep.
6. Teman-teman semua yang ada di *Industries Class*, terima kasih atas dukungan dan saran-saran terbaik kalian, takkan kulupakan semua perjuangan yang telah kita capai bersama.
7. Untuk "*the special one*" Eni yang selalu ada saat aku senang susah dan yang selalu mendukung aku.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir yang berjudul “Rekondisi Kelistrikan Bodi Mobil Hi-Ace” sekaligus menyusun laporan proyek akhir dengan baik.

Selama pelaksanaan Proyek Akhir serta dalam menyusun laporan Proyek Akhir, penulis telah mendapatkan banyak bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Wardan Suyanto, Ed.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
2. Martubi, M.Pd., M.T. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
3. Moch. Solikin, M. Kes. selaku Ketua Program Studi Teknik Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
4. Sutiman, M.T. selaku Dosen Pembimbing Proyek Akhir Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
5. Sudiyanto, M. Pd. selaku Penasehat Akademik Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
6. Segenap dosen Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

7. Kawan-kawan seperjuangan Teknik Otomotif Angkatan 2007 Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
8. Semua pihak yang telah berjasa dan memberikan dukungan, arahan dan bantuan baik secara moril maupun materiil hingga terselesaikannya Proyek Akhir ini.

Banyak sekali pengalaman dan pengetahuan yang penulis temukan selama melaksanakan Proyek Akhir. Penulis menyadari dalam penyusunan laporan Proyek Akhir masih banyak kekurangan dan kesalahan, untuk itu penulis minta maaf atas keterbatasan tersebut.

Akhir kata penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya pada dunia industri otomotif serta demi kemajuan bersama, amin.

Yogyakarta, 25 April 2011

Yayan Yudhi Kristianto

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERSETUJUAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
ABSTRAK	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	2
C. Batasan Masalah	3
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan	4
F. Manfaat	4
G. Keaslian	5
BAB II. PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH	
A. Kelistrikan Bodi	6
B. Toyota Hi-Ace	7

1. Jaringan Kabel	7
2. Komponen Penghubung	8
3. Sistem Penerangan	10
4. Meter Kombinasi dan Alat Ukur	12
5. <i>Switch</i> dan <i>Relay</i>	15
6. <i>Wiper</i> dan <i>Washer</i>	18
C. Mitshubishi.....	20
1. Jaringan Kabel.....	21
2. Komponen Penghubung	21
3. Sistem Penerangan	22
4. Meter Kombinasi.....	23
5. <i>Switch</i>	24
6. <i>Relay</i>	24
7. <i>Wiper</i>	24
8. <i>Washer</i>	24
D. Perbedaan dan Persamaan	25
E. Langkah Penanganan	26
F. Perencanaan Modifikasi	27
G. Konsep Pengukuran	28

BAB III. KONSEP RANCANGAN MODIFIKASI

A. Analisis Kebutuhan Modifikasi	29
B. Implementasi	32
C. Rencana Langkah Kerja	34
D. Rencana Jadwal Modifikasi	37
E. Kalkulasi Biaya	37
F. Rancangan Pengujian.....	38

BAB IV. PROSES, HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Proses Modifikasi Kelistrikan Bodi	42
B. Hasil	52

C. Pembahasan	57
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	64
B. Keterbatasan Rekondisi.....	66
C. Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	68

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Jaringan kabel pada <i>chassis</i> kiri	8
Gambar 2. Jaringan kabel pada belakang <i>grill</i> depan.	8
Gambar 3. Lampu penerangan Toyota Hi-Ace	11
Gambar 4. Meter kombinasi Toyota Hi-Ace	13
Gambar 5. <i>Switch</i> tuas pada Toyota Hi-Ace	16
Gambar 6. <i>Switch Thermal Resistor</i>	17
Gambar 7. <i>Oil pressure switch</i>	17
Gambar 8. Motor wiper dan saklar washer Toyota Hi-Ace	19
Gambar 9. Jaringan kabel lampu utama Mitshubishi COLT	21
Gambar 10. Lampu penerangan Mitshubishi COLT.....	22
Gambar 11. Meter kombinasi Mitshubishi COLT	23
Gambar 12. Lay out jaringan kabel pada Toyota Hi-Ace	44
Gambar 13. Pemasangan komponen <i>wiper</i>	46
Gambar 14. Pemasangan <i>fusible link</i>	47
Gambar 15. Pembungkusan kabel dengan <i>Corrugate tube</i> kabel	47
Gambar 16. Pengaktifan masing-masing sistem kelistrikan	48
Gambar 17. <i>Multimeter</i>	48
Gambar 18. Pengukuran tegangan pada lampu kepala	49
Gambar 19. Pengukuran arus dengan <i>amperemeter</i> pada lampu kepala	50

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Implementasi proses modifikasi	32
Tabel 2. Rencana jadwal modifikasi.....	33
Tabel 3. Kalkulasi biaya.....	37
Tabel 4. Pemakaian warna dan diameter pada Toyota Hi-Ace.....	52
Tabel 5. Hasil pengukuran tegangan, arus dan perhitungan daya.....	53
Tabel 6. Hasil pengukuran pada <i>wiper</i> dan <i>washer</i>	54
Tabel 7. Kapasitas <i>fuse</i> yang dipakai.....	54
Table 8. Kondisi setelah modifikasi.....	56

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Hasil Identifikasi Komponen pada Toyota Hi-Ace.....	68
Lampiran 2. Bukti Selesai Revisi Proyek Akhir D3.....	69
Lampiran 3. <i>Wiring Diagram</i> Sistem Kelistrikan.....	70
Lampiran 4. Simbol dan Keterangan Gambar.....	71
Lampiran 5. Kartu Bimbingan Proyek Akhir.....	72

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kebutuhan manusia terhadap alat transportasi semakin meningkat sesuai dengan kebutuhan dan kegiatan manusia yang semakin kompleks, terutama alat transportasi darat yang berupa kendaraan bermotor baik roda dua maupun kendaraan roda empat /mobil. Mobil merupakan alat transportasi darat yang sangat dibutuhkan sehingga mobil harus dilengkapi dengan sistem-sistem yang mendukung fungsi utama mobil yaitu untuk memindahkan barang atau manusia dari suatu tempat ketempat lain baik jarak jauh ataupun dekat. Tetapi tidak semua orang dapat mengoperasikan mobil, mobil tidak mudah dioperasikan tanpa adanya proses pembelajaran terlebih dahulu. Dalam suatu mobil juga terdapat banyak sistim yang juga perlu memerlukan pemahaman untuk menunjang dalam pengoperasian dan perbaikan apabila terjadi kerusakan.

Menanggapi hal tersebut Universitas Negeri Yogyakarta khususnya Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta mempunyai inisiatif untuk memanfaatkan kendaraan yang ada yaitu mobil Toyota Hi-Ace yang mengalami banyak kerusakan untuk dijadikan proyek akhir. Selain itu juga adanya perkuliahan teknik otomotif terdapat kurikulum kelistrikan, sehingga kendaraan Toyota Hi-Ace ini nantinya dapat dipergunakan sebagai media praktik bagi mahasiswa otomotif.

Melihat kondisi kendaraan yang masih memerlukan banyak perbaikan maka diadakan program perbaikan sistem-sistem yang ada pada mobil yang dijadikan tugas akhir pada mahasiswa teknik otomotif. Hampir pada keseluruhan sistem terjadi kerusakan seperti pada *engine* dan kelistrikan mesin, sistem kemudi, sistem rem, sistem pemindah tenaga, perbaikan bodi mobil. Salah satu yang juga memerlukan perbaikan adalah pada sistem kelistrikan bodi pada media kendaraan Toyota Hi-Ace.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan dari latar belakang pada kendaraan Toyota Hi-Ace, maka dapat ditentukan beberapa permasalahan seperti :

1. Pada *engine* seperti motor starter, distributor, kabel tegangan tinggi, tutup radiator, regulator tidak ada, kelistrikan *engine* tidak bekerja.
2. Sistem kelistrikan bodi mengalami banyak kerusakan seperti sebagian besar jaringan kabel kelistrikan tidak ada, sistem penerangan tidak ada, semua saklar tidak dapat bekerja, semua lampu indikator dan alat ukur pada meter kombinasi tidak bekerja, *oil pressure switch*, *fuel gauge unit* tidak dapat bekerja, klakson tidak ada, serta komponen *wiper* dan *washer* tidak ada.
3. Masalah pada sistem pemindahan tenaga (*transmission*) seperti master kopling bocor, pedal kopling dan tuas pemindah tenaga kocak.

4. Pada bodi (*painting*) seperti rantai bodi di bawah roda kemudi keropos, bodi bagian kanan penyok, sebagian besar cat bodi retak serta warna bodi pudar.
5. Pada sistem kemudi seperti perbaikan suspensi pada karet-karet suspensi, *speeling* roda kemudi besar, lengan-lengan kemudi seperti *tie-road* tidak dapat distel, *ball joint* kock.
6. Pada sistem rem seperti master rem dan master roda macet, tuas rem parkir tidak fungsi, kampas rem belakang tipis, kebocoran pada selang dan pipa-pipa oli rem.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan dari identifikasi masalah yang ada, banyak masalah yang terdapat pada kendaraan Toyota Hi-Ace, sehingga diperlukan suatu perbaikan pada kendaraan. Melihat banyaknya permasalahan yang ada dengan adanya keterbatasan kemampuan, pengetahuan, biaya serta waktu pengerjaannya maka diambil satu permasalahan yaitu pada sistem kelistrikan bodi. Perbaikan mencakup sistem kelistrikan bodi utama penerangan, lampu isyarat tanda belok, lampu tanda berhenti/rem, lampu tanda mundur, isyarat mundur, klakson, saklar-saklar, semua lampu indikator dan alat ukur pada meter kombinasi, lampu ruangan serta *washer* dan *wiper*.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan permasalahan yang telah diambil maka dapat dirumuskan pokok permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana rencana proses modifikasi pada sistem kelistrikan bodi mobil Toyota Hi-Ace?
2. Bagaimana proses modifikasi pada sistem kelistrikan bodi mobil Toyota Hi-Ace?
3. Bagaimana unjuk kerja sistem kelistrikan bodi pada mobil Toyota Hi-Ace?

E. Tujuan

Pelaksanaan proyek akhir ini bertujuan :

1. Melakukan perencanaan proses modifikasi dalam perbaikan kerusakan sistem kelistrikan bodi mobil Toyota Hi-Ace.
2. Melakukan modifikasi dalam perbaikan sistem kelistrikan bodi mobil Toyota Hi-Ace.
3. Menguji sistem kelistrikan bodi pada kendaraan mobil Toyota Hi-Ace.

F. Manfaat

Setelah melaksanakan proyek akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain :

1. Mahasiswa dapat melakukan perencanaan proses modifikasi dalam perbaikan kerusakan pada kendaraan dengan benar dan tepat.
2. Dapat melakukan proses modifikasi dalam perbaikan sistem kelistrikan dalam kendaraan dengan benar sesuai ilmu yang dimiliki.
3. Dengan adanya perbaikan kendaraan Toyota Hi-ace ini bermanfaat sebagai media praktik mahasiswa Teknik Otomotif karena adanya kurikulum tentang mata kuliah sistem kelistrikan.

G. Keaslian

Modifikasi sistem kelistrikan bodi mobil Toyota Hi-Ace merupakan gagasan dari seorang dosen pengajar Teknik Otomotif. Didasari oleh adanya mobil kampus di bengkel jurusan Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta yang tidak dapat dioperasikan karena mengalami banyak kerusakan pada bagian-bagian utama pada setiap sistem pendukungnya. Untuk itu dengan melakukan modifikasi sistem kelistrikan bodi mobil Toyota Hi-Ace ini diharapkan dapat digunakan dan dimanfaatkan kembali sebagai fasilitas pendukung pelatihan di bengkel Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta. Selain itu sistem kelistrikan merupakan salah satu mata kuliah yang terdapat pada kurikulum pelajaran.

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

Adanya permasalahan-permasalahan yang ada pada sistem kelistrikan bodi mobil Toyota Hi-Ace maka permasalahan-permasalahan tersebut dicarikan solusi untuk memecahkan permasalahan tersebut melalui pendekatan masalah, pendekatan masalah tersebut diantaranya sebagai berikut :

A. Kelistrikan Bodi

Sistem kelistrikan mobil merupakan bagian yang sangat penting pada suatu kendaraan, karena sistem ini berhubungan dengan sistem yang lain untuk melengkapi sistem kerjanya. Kerusakan dan gangguan pada sistem kelistrikan mobil cukup banyak penyebabnya, sehingga untuk mengatasinya tidaklah sulit jika kita mengetahui dasar-dasar kerja sistem kelistrikan tersebut. Banyak komponen yang terdapat pada sistem kelistrikan bodi diantaranya :

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Jaringan kabel | 4. <i>Switch</i> dan <i>relay</i> |
| 2. Sistem penerangan | 5. <i>Wiper</i> dan <i>washer</i> |
| 3. Meter kombinasi dan <i>gauge</i> | |

Penggunaan *wiring diagram* memudahkan untuk mencari letak komponen/sistem yang ada pada kendaraan. Simbol-simbol pada *wiring diagram* dapat dilihat di bagian lampiran 2 untuk memudahkan dalam pembacaan *wiring*.

Tugas akhir kelistrikan bodi ini memodifikasi antara Toyota Hi-Ace dengan Mitshubishi COLT, sehingga kita terlebih dahulu mengidentifikasi untuk mengetahui karakteristik masing-masing kendaraan tersebut. Hal ini menuntut kita untuk mengetahui atau memahami dan membandingkan antara Toyota Hi-Ace dengan Mitshubishi COLT, berikut karakteristiknya:

B. Toyota Hi-Ace

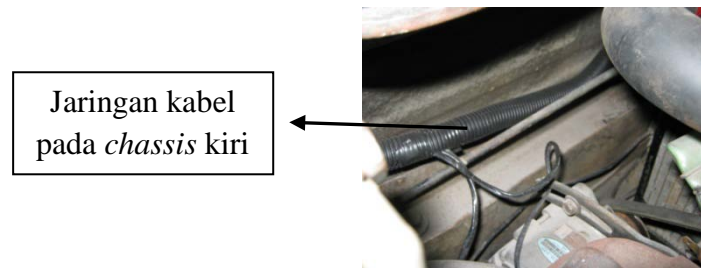
1. Jaringan Kabel

Jaringan kabel adalah sekumpulan kabel dan berbagai macam warna didalamnya dan semuanya disatukan dalam satu unit yang masing-masing terisolasi yang berfungsi untuk menghubungkan arus listrik dari satu komponen ke komponen lain. Kabel yang digunakan dalam kelistrikan ada 3 yaitu kabel tegangan rendah, kabel tegangan tinggi, dan kabel yang diisolasi (Anonim, 1995:6-39).

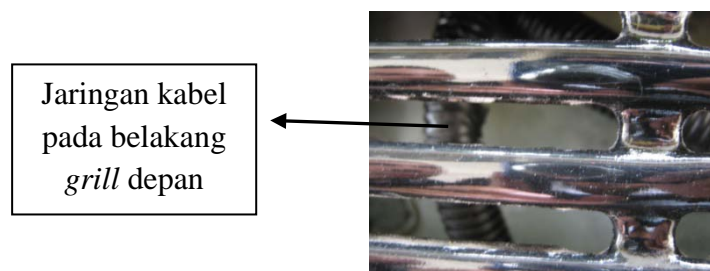
Pemakaian warna kabel dalam suatu kendaraan membutuhkan banyak kabel dan membutuhkan banyak warna kabel. Warna pada kabel ada satu warna dan dua warna (kabel bergaris). Untuk kabel yang bergaris, warna di depan strip menunjukkan warna dasar dan untuk di belakang strip menunjukkan warna garis. Contoh W-R (*white-red*), R-B (*red-black*) (Anonim, 2001: 13).

Jaringan kabel pada Toyota Hi-Ace dilewatkan (klem) pada *chassis* bodi sebelah kiri. Bagian depan pada lampu penerangan jaringan kabel melalui belakang *grill* menuju ke bawah *dashboard* ke komponen meter kombinasi, saklar, kunci kontak, serta *fuse*. Jaringan kabel menuju ke

belakang melalui bagian samping kiri mesin (komponen kelistrikan mesin), dan menuju ke lampu penerangan belakang. Panjang kabel bodi pada Toyota Hi-Ace sekitar 12 meter. Berikut adalah gambar letak jaringan kabel pada Toyota Hi-Ace:



Gambar 1. Jaringan kabel pada *chassis* kiri



Gambar 2. Jaringan kabel pada belakang *grill* depan

2. Komponen Pelindung

Komponen pelindung berfungsi untuk melindungi sirkuit kelistrikan jika arus yang melewati rangkaian berlebihan atau terlalu besar. Komponennya meliputi :

a. Sekring (*fuse*)

Sekering berfungsi untuk memutuskan arus bila pada kabel terjadi hubungan singkat atau arus yang melalui kabel berlebihan. Ditempatkan pada bagian tengah sirkuit kelistrikan. Ada dua macam

tipe sekring yang sering digunakan yaitu sekring tipe *blade* dan sekring *catridge* (tabung). Warna sekring tipe *blade* digunakan untuk membedakan kapasitas arus, sedangkan sekring tipe *catridge* kapasitas arus hanya ditulis pada salah satu ujung tabung (Anonim, 1995:6-42).

Toyota Hi-Ace penempatan *box* sekering terdapat pada bawah *dashboard* sebelah kanan di atas pedal gas, menggunakan *box* sekering 8 lajur. Sekering 8 lajur tersebut digunakan sebagai *engine*, lampu penerangan, *wiper*, *turn*, *tail*, *stop*, *room lamp*, radio.

Menghitung besar arus dengan rumus $I = P/E$, tetapi untuk menghitung kapasitas sekering diperlukan faktor aman 2 kali dari rumus diatas, berikut contoh perhitungan pada lampu penerangan dengan daya 12V 55/60W, sehingga besar arus secara teoritis = $55/12 \times 2 = 9,17 \text{ A}$.

- 1) Sedangkan aktual sistem pengisian kendaraan tegangannya adalah 13,8-14,8 V, jadi besar sekering yang diperlukan = $55/14 \times 2 = 7,85 \text{ A}$.
- 2) Karena lampu kepala berjumlah 2 maka $2 \times 7,85 \text{ A} = 15,7 \text{ A}$.
- 3) Karena kapasitas sekering dipasaran 15,7 A tidak ada, maka kapasitas sekring yang digunakan adalah 20 A.

b. *Fusible link*

Fusible link diklasifikasikan ke dalam tipe *link* dan tipe *catridge*. Fungsi dan kontruksi *fusible link* sama dengan sekering.

Perbedaannya pada *fusible link* memiliki kapasitas arus yang lebih besar yaitu antara 30 A sampai 100 A. Warna *fusible link* menandakan besarnya kapasitas *fusible link* tersebut, kapasitas tersebut ditulis dibagian atas *fusible link* (Anonim, 1995:6-43).

Penggunaan *fusible link* pada Toyota Hi-Ace terletak di dekat baterai. Sumber baterai menggunakan 12V-45Ah yang terletak pada bawah jok depan pengemudi.

3. Sistem Penerangan

Sistem penerangan sangat digunakan untuk keselamatan dan kenyamanan pengendara waktu malam hari. Komponen sistem penerangan dan pemberi isyarat meliputi :

a. Lampu kepala (*Head Lamp*)

Sistem lampu kepala merupakan sebuah sistem lampu penerangan untuk menerangi jalan pada bagian depan kendaraan, terdiri dari lampu jauh dan lampu dekat dan dapat dihidupkan dari salah satu *switch* oleh *dimmer switch*.

Lampu kepala terdiri dari empat bagian yang digabungkan menjadi satu yaitu *reflector*, *glass*, bola lampu dan pemegang bola lampu (*fitting*) (Boentarto, 1993:43). Ada 2 (dua) tipe lampu besar yang digunakan pada kendaraan, yaitu lampu besar tipe *sealed beam* dan lampu besar tipe *semi sealed beam*.

b. Lampu kota dan tanda belok

Lampu kota berfungsi memberi isyarat adanya kendaraan serta lebarnya sebuah kendaraan pada malam hari bagi kendaraan lain, baik yang di depan ataupun yang di belakang. Lampu kota untuk bagian belakang disebut *tail light* sedangkan untuk bagian depan disebut lampu jarak.

Lampu tanda belok berfungsi untuk memberikan isyarat kepada kendaraan yang ada di depan, di belakang, dan di sisi kendaraan bahwa kendaraan bermaksud untuk membelok atau pindah jalur. Nyala lampu dapat berkedip-kedip karena diatur oleh *flaser*. Kedipan lampu tanda belok dikatakan normal adalah 60-120 C/mnt (Schuring, H, & Kusumoyudo Wasito, B. ,1982:191).

Lampu penerangan utama pada Toyota Hi-Ace menggunakan 4 lampu tipe *sealed beam*, 2 lampu *double* untuk jarak dekat dan jauh serta 2 lampu *single* untuk lampu jarak jauh masing-masing kanan dan kiri. Lampu jarak dan tanda belok terletak di atas lampu utama dan untuk lampu tanda belok bagian samping pada Toyota Hi-Ace tidak ada. Berikut gambar lampu penerangan Toyota Hi-Ace:



Gambar 3. Lampu penerangan Toyota Hi-Ace

c. Lampu rem, mundur dan tanda belok belakang

Lampu rem berfungsi sebagai isyarat bagi kendaraan lain bahwa kendaraan sedang mengerem dan untuk mencegah terjadinya benturan dengan kendaraan lain di belakang yang mengikuti saat kendaraan mengerem.

Lampu mundur dipasang pada bagian belakang kendaraan untuk memberikan isyarat pada kendaraan belakangnya bahwa kendaraan bermaksud mundur atau sedang mundur. *Switch* lampu mundur dipasang pada transmisi. *Switch* ini aktif apabila transmisi pada posisi mundur (R). Beberapa lampu Toyota Hi-Ace banyak macamnya, salah satunya Toyota Hi-Ace ini konstruksinya berdiri yaitu dengan urutan lampu tanda belok, tail dan rem, serta mundur.

4. Meter kombinasi dan alat ukur (*gauge*)

Meter kombinasi dipasang pada instrumen panel di *dashboard* bagian depan tempat duduk pengemudi untuk memudahkan pengemudi memonitor keadaan kendaraan dengan mudah. Meter (*gauge*) menunjukkan indikasi yang rinci tentang keadaan setiap saat, untuk lampu indikator untuk mengetahui fungsi komponen listrik, penunjukkan yang berlebihan, dan penunjukkan yang tidak normal (Anonim, 2001:1). Meter kombinasi dan alat ukur pada Toyota Hi-Ace meliputi *speedometer*, *tachometer*, pengukur tekanan oli, pengukur bahan bakar, pengukur temperature air, lampu indikator jauh, lampu peringatan tekanan oli, lampu peringatan pengisian, lampu tanda belok, lampu

peringatan rem. Berikut adalah contoh meter kombinasi yang ada pada mobil Toyota Hi-Ace:



Gambar 4. Meter kombinasi Toyota Hi-Ace

a. Alat ukur (*gauge*)

Alat ukur terdiri dari sebuah *sender* dan *receiver*. *Sender* melakukan pengukuran dan *receiver* menunjukkan pengukuran.

1) Alat pengukur bahan bakar (*fuel gauge*)

Tipe *receiver* dan *sender* :

- *Bimetal - Bimetal*
- *Bimetal - Resistance*
- *Cross Coil - Resistance*

Alat pengukur bahan bakar ini menunjukkan banyaknya bahan bakar di dalam tangki bahan bakar. Tipe *bimetal resistance* dan *cross coil* yang digunakan pada Toyota Hi-Ace, kebihannya kecepatan penunjukan dan mudah penanganannya.

2) Alat pengukur temperatur air pendingin

Coolant temperature gauge adalah menunjukkan temperatur air pendingin pada mesin. Toyota Hi-Ace menggunakan tipe bimetal - resistance.

3) Alat pengukur tekanan oli

Oil pressure gauge adalah penunjukan tekanan pelumasan di dalam mesin agar memudahkan mendeteksi kekurangan dalam sistem pelumasan. Penunjukan adanya tekanan oli pada mesin Toyota Hi-Ace ini ditunjukkan dengan indikator lampu saja.

b. Lampu-lampu peringatan dan pengontrolan

Lampu-lampu pengontrolan dan peringatan berfungsi untuk memberikan informasi kepada pengemudi bila jumlah yang ditetapkan berlebihan atau ada yang kekurangan dan apabila perlengkapan listrik tidak bekerja atau tidak berfungsi.

1) Lampu pengisian

Lampu indikator pengisian menyala saat kunci kontak ON, saat mesin hidup maka lampu akan mati, ini menandakan adanya pengisian. Apabila lampu tidak mati maka tidak adanya pengisian pada baterai.

2) Pengontrolan lampu jarak jauh

Menunjukkan bahwa lampu indikator menyala saat lampu jarak jauh menyala atau bekerja.

3) Lampu peringatan rem parkir

Menunjukkan bahwa peringatan rem menyala saat rem parkir bekerja atau kondisi minyak rem berkurang.

4) Kontrol lampu tanda belok

Menunjukkan bahwa lampu tanda belok kanan dan kiri sedang menyala.

5) Kontrol lampu peringatan tekanan oli

Menunjukkan tekanan oli pada mesin yang rendah.

c. Lampu ruangan

Pada Toyota Hi-Ace terdapat 3 lampu ruangan diantaranya dibagian ruang kemudi, bagian tengah serta bagian belakang. Lampu ini berfungsi untuk menerangi saat masuk atau keluar kendaraan atau sebagai penerangan di dalam kendaraan saat dibutuhkan.

5. *Switch* dan *Relay*

a. *Switch*

Switch berfungsi untuk menyambung dan memutuskan arus listrik. *Switch* yang terdapat pada kendaraan Toyota Hi-Ace yaitu :

1) *Switch* putar (*Rotary Switch*)

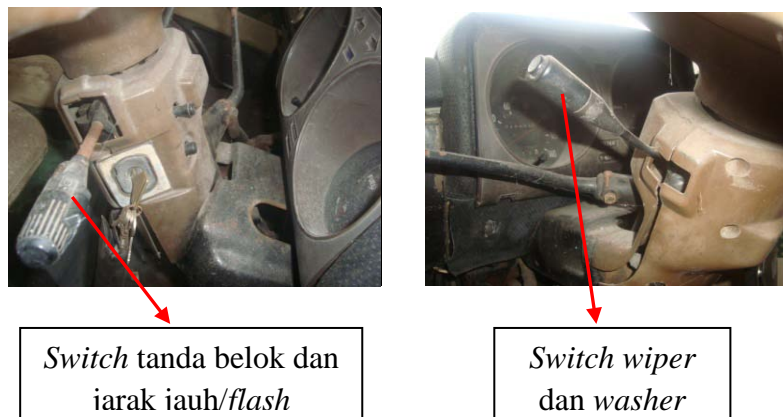
Semua kendaraan menggunakan *switch* ini untuk menghidupkan mesin kendaraan, yaitu kunci kontak. *Switch* putar (kunci kontak) dioperasikan dengan cara memutar tombol atau kunci, mempunyai kontak point yang diatur satu sumbu diatas sebuah permukaan yang bundar.

2) *Switch* tekan

Switch tekan dioperasikan dengan menekan tombol. Contohnya pada klakson dan *hazard*. Pada tombol klakson Toyota Hi-Ace terletak di roda kemudi dan tombol *hazard* pada saklar kombinasi.

3) *Switch* tuas

Contact point yang terdapat di *switch* tuas dioperasikan oleh gerakan ke atas, ke bawah, ke kiri, ke kanan. Pada tuas kanan biasanya untuk saklar tanda belok, lampu jarak jauh dan dim/flash, dioperasikan maju-mundur, ke atas-bawah. Pada tuas kiri digunakan untuk *wiper* dan *washer*, dioperasikan maju-mundur, dan ke atas. Berikut gambar *switch* pada Toyota Hi-Ace:



Gambar 5. *Switch* pada Toyota Hi-Ace

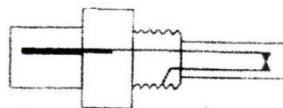
4) *Switch* tarik

Contact point switch ini dioperasikan oleh gerakan maju atau mundur. Penggunaan *switch* tarik sama seperti saklar

kombinasi tetapi lebih sederhana. Pada Toyota Hi-Ace terletak dibagian paling kanan pada *dashboard* dan digunakan sebagai saklar lampu jarak, lampu ekor, lampu kepala jarak pendek.

5) *Switch* dioperasikan oleh perubahan temperatur

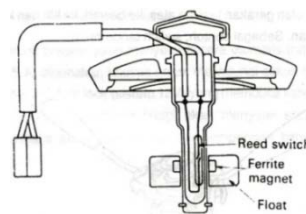
Switch ini dioperasikan oleh perubahan temperatur yang ditimbulkan oleh adanya perubahan arus. *Switch* ini dipasang pada *engine* pada saluran *water jacket* untuk mendeteksi panas mesin. Pada Toyota Hi-Ace *switch* terletak di *engine* bagian kiri.



Gambar 6. *Switch Thermal Resistor* (Anonim, 1995:6-46)

6) *Switch* yang dioperasikan oleh perubahan tekanan fluida

Switch ini bekerja dengan adanya perubahan tekanan fluida untuk mengetahui tekanan. Pada Toyota Hi-Ace *oil pressure switch* ini terletak dibagian kiri *engine* serta indikator tekanan oli ini hanya dengan lampu saja.



Gambar 7. *Oil pressure switch* (Anonim, 1995:6-46)

b. *Relay*

Relay adalah rangkaian *elektromagnetik*, asas dari perangkat ini adalah dapat menimbulkan medan magnet yang dikendalikan dengan sinyal listrik.

Toyota Hi-Ace menggunakan juga menggunakan *relay* pada lampu penerangannya yang diletakkan di bawah *dashboard* dekat *fuse box*.

Relay berfungsi untuk :

- 1) Memperpanjang umur *switch*.
- 2) Memperkecil *voltage drop* karena sirkuit dapat diperpendek.

Jenis – jenis *relay* antara lain :

- 1) Normal terbuka (*Normally Open*)
- 2) Normal tertutup (*Normally closed*)
- 3) *Relay* kombinasi

c. Klakson

Klakson merupakan sebuah piranti keamanan yang dapat memberikan isyarat suara yang berfungsi untuk memberikan tanda atau peringatan kepada pemakai jalan di depannya agar memberi jalan atau agar lebih berhati-hati (Boentarto, 1993:72). Bunyi klakson tidak boleh terlalu keras sehingga akan mengejutkan pengemudi lain bahkan dapat menimbulkan kecelakaan, tetapi juga tidak boleh terlalu lemah. Klakson juga berfungsi sebagai alat komunikasi (menyapa) kepada pengemudi lain. Pada Toyota Hi-Ace klakson terletak di belakang *grill* depan atau belakang *bumper* depan.

6. *Wiper* dan *Washer*

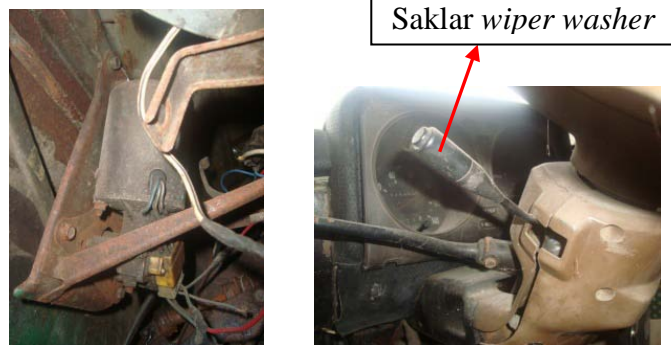
a. *Wiper*

Wiper berfungsi untuk membersihkan kaca kendaraan agar tidak terhalang oleh air pada waktu hujan, selain itu juga untuk

membersihkan kaca kendaraan dari debu, kotoran dan lumpur yang dapat mengganggu pandangan pengendara. Kontruksi *wiper* yaitu motor *wiper*, tuas *wiper*, lengan *wiper*, dan *wiper blade* (Anonim, 1995:6-59).

1) Motor *wiper*

Motor *wiper* adalah motor magnet dengan gigi reduksi yang berfungsi untuk menggerakkan lengan *wiper* dan diteruskan ke *wiper blade*. Ada dua tipe motor *wiper*, tipe *wound-rotor* (lilitan coil) dan tipe *ferrite magnet* (magnet permanen) (Anonim, 1995: 6-59). Motor *wiper* terletak dibagian tengah di bawah *dashboard*. Saklar *wiper* jadi satu dengan *washer* dan menyatu dengan saklar kombinasi yang terdapat di bawah roda kemudi. Berikut gambar motor *wiper* dan saklar *wiper-washer* pada Toyota Hi-Ace:



Gambar 8. Motor *wiper* dan saklar *wiper washer*

2) Tuas *wiper* (*wiper link*)

Tuas *wiper* berfungsi untuk mengubah gerak putar dari motor *wiper* menjadi gerak bolak-balik pada motor *wiper*.

3) Lengan *wiper* (*wiper arm*)

Wiper terdiri dari lengan (*arm*) yang memiliki poros di bagian bawahnya dan terdapat bilah karet (*wiper blade*) yang mengayun ke atas ke bawah diatas permukaan kaca.

4) *Wiper blade*

Wiper blade adalah sebuah karet yang menyapu permukaan dan membersihkan dari air dan kotoran lain pada permukaan kaca kendaraan.

b. *Washer*

Fungsi dari *washer* adalah untuk menyemprotkan cairan pembersih ke permukaan kaca kendaraan sehingga membantu mengurangi beban pada motor dengan membersihkan debu dan kotoran dari kaca depan maupun belakang. *Washer* terdiri dari tangki *washer*, motor *washer*, selang dan *nozzle* (Anonim, 1995: 6-61). Tangki *washer* berfungsi untuk menyimpan cairan pembersih yang akan disemprotkan ke kaca melalui *nozzle* sebagai mengatur semprotan yang diarahkan ke permukaan kaca.

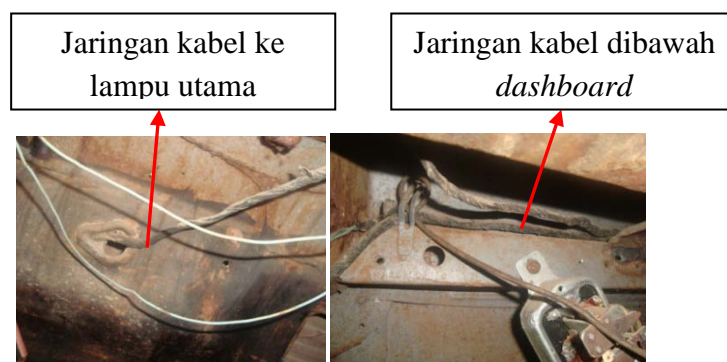
Motor *wiper* pada *washer* akan menghisap cairan pembersih pada tangki *washer*. Ada beberapa tipe antara lain tipe gigi (*gear type*), tipe *squeeze* dan tipe sentrifugal. Letak tangki *washer* Toyota Hi-Ace terletak di bawah *dashboard* sebelah kiri. Motor *washer* menjadi satu dengan tangki *washer*.

C. Mitshubishi COLT

Berikut adalah identifikasi karakteristik dari kendaraan Mitshubishi COLT:

1. Jaringan kabel

Jaringan kabel pada Mitshubishi COLT dilewatkan (klem) pada *chassis* bodi sebelah kanan. Bagian depan pada lampu penerangan jaringan kabel melalui belakang *cabin* menuju ke bawah *dashboard* ke komponen meter kombinasi, saklar, kunci kontak, serta *fuse*. Jaringan kabel menuju ke belakang melalui bagian samping kanan mesin (komponen kelistrikan mesin), dan menuju ke lampu penerangan belakang. Panjang kabel bodi pada Mitshubishi COLT sekitar 11,75 meter. Berikut adalah gambar letak jaringan kabel pada Mitshubishi COLT:



Gambar 9. Jaringan kabel lampu utama Mitshubishi COLT

2. Komponen penghubung

a) Sekering

Mitshubishi COLT penempatan *box* sekering terdapat pada bawah *dashboard* sebelah kanan di atas pedal gas, menggunakan *box*

sekering 7 lajur. Sekering 7 lajur tersebut digunakan sebagai *engine*, lampu penerangan, *wiper*, *turn*, *tail*, *stop*, *room lamp*.

b) *Fusible link*

Pada Mitshubishi COLT terletak penggunaan *fusible link* belum ada. Sumber baterai menggunakan 12V-45Ah yang terletak pada bawah jok depan pengemudi.

3. Sistem penerangan

a. Penerangan utama

Lampu penerangan utama pada Mitshubishi COLT menggunakan 4 lampu tipe *sealed beam*, 2 lampu *double* untuk jarak dekat dan jauh serta 2 lampu *single* untuk lampu jarak jauh masing-masing kanan dan kiri. Lampu jarak dan tanda belok terletak di atas lampu utama dan untuk lampu tanda belok bagian samping. Berikut gambar lampu penerangan Mitshubishi COLT:



Gambar 10. Lampu penerangan Mitshubishi COLT

b. Lampu tanda belok dan jarak

Lampu penerangan utama pada Mitshubishi COLT menggunakan 4 lampu tipe *sealed beam*, 2 lampu *double* untuk jarak dekat dan jauh serta 2 lampu *single* untuk lampu jarak jauh masing-masing

kanan dan kiri. Lampu jarak dan tanda belok terletak di atas lampu utama dan untuk lampu tanda belok bagian samping pada Mitshubishi COLT tidak ada.

c. Lampu rem, mundur, dan tanda belok

Lampu rem, mundur, dan tanda belok pada Mitshubishi COLT posisinya tidur yaitu dengan urutan dari paling luar lampu tanda belok, rem dan tail, serta lampu mundur.

4. Meter kombinasi

Meter kombinasi dan alat ukur pada Mitshubishi COLT meliputi *speedometer*, *tachometer*, pengukur tekanan oli, pengukur bahan bakar, pengukur temperature air, lampu indikator jauh, lampu peringatan tekanan oli, lampu peringatan pengisian, lampu tanda belok, lampu peringatan rem. Berikut adalah contoh meter kombinasi yang ada pada mobil Mitshubishi COLT:



Gambar 11. Meter kombinasi Mitshubishi COLT

- a. Alat ukur bahan bakar Mitshubishi COLT menggunakan tipe *bimetal resistance* dan *cross coil*.
- b. Alat ukur temperatur air pendingin Mitshubishi COLT menggunakan tipe *bimetal-resistance*.

- c. Alat ukur tekanan oli mesin Mitshubishi COLT menggunakan lampu peringatan saja.
- d. Lampu ruangan pada Mitshubishi COLT terdapat 3 bagian yaitu bagian ruang kemudi, bagian tengah dan belakang.

5. *Switch*

- a. Menggunakan saklar tarik dengan 2 tingkatan tarikan, terletak di paling kanan *dashboard*.
- b. Saklar kombinasi pada Mitshubishi COLT hanya untuk lampu tanda belok, jarak jauh/flash saja.
- c. Saklar *wiper* dan *washer* terdapat pada *dashboard* dengan menggunakan saklar kombinasi saklar tarik dan putar, tarik untuk *wiper* 2 tingkatan *low* dan *high*, putar untuk *washer*.
- d. *Oil pressure switch* pada Mitshubishi COLT terletak di bagian sisi kiri belakang *engine*.
- e. *Switch* mundur pada Mitshubishi COLT terletak di sisi kanan transmisi.

6. *Relay*

Pada sistem kelistrikan Mitshubishi COLT belum menggunakan *relay*.

7. *Wiper*

Menggunakan motor *wiper* yang diletakkan bawah *dashboard* bagian tengah, menggunakan saklar tarik 2 tingkatan yang terdapat di *dashboard*.

8. *Washer*

Tangki dan motor *washer* konstruksinya jadi satu dan terletak di bawah dashboard di sisi kiri.

D. Perbedaan dan Persamaan

Dari identifikasi karakteristik antara Toyota Hi-Ace dengan Mitshubishi COLT didapat suatu perbedaan serta kesamaan didalamnya, antara lain:

Perbedaan:

1. Panjang jaringan kabel pada kendaraan Mitshubishi COLT lebih pendek 25 cm dari Toyota Hi-Ace.
2. Penempatan jaringan kabel Toyota Hi-Ace di *chassis* kiri sedangkan Mitshubishi COLT di *chassis* kanan.
3. Lampu tanda belok depan bagian samping Toyota Hi-Ace tidak ada.
4. *Oil pressure switch* Mitshubishi COLT terletak disisi kanan *engine*, Toyota Hi-Ace terletak disisi kiri *engine*.
5. *Fuse box* Toyota Hi-Ace menggunakan 8 lajur, Mitshubishi COLT menggunakan 7 lajur.
6. Saklar *wiper washer* Mitshubishi COLT terdapat di *dashboard*, Toyota Hi-Ace jadi satu dengan saklar kombinasi.
7. Sistem kelistrikan Toyota Hi-Ace sudah menggunakan *relay* dan *fusible link* untuk pengamanannya, Mitshubishi COLT belum memakai.
8. Kontruksi lampu belakang Mitshubishi COLT posisi tidur, Toyota Hi-Ace lebih keatas dan posisi berdiri.

Persamaan :

1. Menggunakan 4 lampu utama pada sistem penerangan.
2. Posisi lampu jarak dan tanda belok depan sama sehingga kabel ke komponen tersebut sama panjangnya.
3. Kontruksi meter kombinasi dan diameter pada *dashboard* antara Mitshubishi COLT dan Toyota Hi-Ace sama.
4. Letak dan jumlah lampu ruangan sama.
5. Penggunaan sumber baterai menggunakan baterai 12V-45Ah.
6. Letak motor *wiper* serta tangki *washer* sama.

E. Langkah Penanganan

Dari hasil identifikasi karakteristik perbedaan antara Toyota Hi-Ace dengan Mitshubishi COLT, maka langkah penanganan yang perlu dilakukan untuk mengatasi perbedaan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Kurangnya panjang kabel bodi Mitshubishi COLT jika dipasang ke Toyota Hi-Ace akan terjadi pada komponen lampu belakan, karena kontuksi lampu Toyota Hi-Ace lebih keatas dan posisinya berdiri maka perlu dilakukan penyambungan kabel pada komponen lampu belakang tersebut.
2. Posisi penempatan jaringan kabel akan mengacu pada Toyota Hi-Ace dengan dilewatkan *chassis* sebelah kiri. Pemindahan tidak mengalami banyak kendala pada panjang kabel dan letak komponen, hanya akan dilakukan penyambungan sedikit pada komponen *switch* mundur.

3. Tidak adanya lampu tanda belok dibagian samping pada Toyota Hi-Ace maka untuk kabel lampu tanda belok pada Mitshubishi COLT akan tidak digunakan.
4. Perbedaan letak *oil pressure switch* pada *engine* tidak mengalami masalah karena kabel untuk komponen tersebut terjangkau.
5. Penggunaan *fuse* pada sistem kelistrikan akan mengalami penggabungan pada salah satunya.
6. Pemakaian saklar *wiper washer* akan dipasangkan pada *dashboard* dengan membuatkan dudukan saklar.
7. Pada sistem kelistrikan akan ditambahkan pengaman seperti pada Toyota Hi-Ace yaitu dengan memasang *relay* dan *fusible link*. Penambahan ini akan memerlukan pembuatan dudukan untuk komponen tersebut.

F. Perencanaan Proses Modifikasi

Setelah melakukan pendekatan permasalahan yang ada maka langkah selanjutnya yang akan ditempuh adalah melakukan rencana proses modifikasi. Langkah ini diambil untuk menentukan bagaimana tahapan-tahapan bagaimana proses modifikasi akan dilakukan, bertujuan untuk agar pelaksanaan proses modifikasi dapat berjalan secara berurutan dan dapat melalui jalur yang benar agar proses modifikasi tersebut dapat berjalan dengan lancar. Adapun rencana langkah modifikasi dilakukan mulai dari bagaimana rancangan modifikasi, proses modifikasi, pengujian sistem kelistrikan dan akan didapatkan hasilnya.

G. Konsep Pengukuran

Konsep pengukuran dilakukan dengan mengukur tegangan drop pada tiap sistem untuk menentukan sistem kelistrikan mana yang terjadi penurunan daya sehingga dapat mengetahui dan menentukan kenapa sistem tersebut dapat mengalami penurunan daya yang cenderung besar. Pengukuran yang kedua dilakukan dengan mengukur arus yang mengalir tiap sistemnya sehingga hasilnya untuk membandingkan arus teoritis dengan arus aktual pada sistem kelistrikan dan untuk menentukan kapasitas *fuse* yang akan digunakan. Pengukuran ketiga dilakukan dengan mengukur arus total pada semua sistem kelistrikan yang bekerja untuk pengaplikasian pemasangan *fusible link*.

BAB III

KONSEP RANCANGAN MODIFIKASI

A. Analisis Kebutuhan Modifikasi

Analisis kebutuhan modifikasi kelistrikan bodi pada mobil Toyota Hi-Ace dilaksanakan dengan identifikasi karakteristik anatara Toyota Hi-Ace dengan Mitsubishi Colt. Identifikasi karakteristik tersebut antara lain:

1. Kabel bodi pada Toyota Hi-Ace sebagian besar sudah tidak ada dan walaupun diperbaiki sudah tidak bisa dipakai lagi, untuk itu digunakannya kabel bodi Mitsubishi Colt karena sulitnya mencari berbagai macam warna kabel serta kualitas, sehingga kabel Mitsubishi Colt sudah baik dikelasnya dibanding kabel yang ada dipasaran. Sistem kelistrikan kedua kendaraan tersebut pada *wiring diagram* mengalami perbedaan antara lain:
 - a. Panjang kabel Toyota Hi-Ace lebih panjang 27 cm, sehingga perlu penambahan kabel dan penyambungan pada lampu bagian belakang.
 - b. Penempatan jaringan kabel pada Mitsubishi Colt melalui *chassis* kanan sedangkan Toyota Hi-Ace melalui *chassis* kiri, sehingga nantinya pemasangan jaringan kabel Toyota Hi-Ace harus melalui *chassis* kiri dan harus dilakukan penyambungan kabel pada *switch* mundur.
 - c. Penggunaan sistem pengaman seperti *relay* dan *fusible link* pada sistem kelistrikan Mitsubishi Colt belum menggunakan, untuk itu pada kabel bodi Mitsubishi Colt yang dipasang pada Toyota Hi-Ace

perlu dilakukan penambahan komponen tersebut sebagai pengaman. Penambahan *relay* dilakukan dengan membuat dudukan *relay* dengan plat 2,5 mm dan dibentuk Z menyesuaikan tempatnya diatas pedal gas dibawah *dashboard* paling kanan, sedangkan *fusible link* dibuatkan dudukan di dekat baterai dibawah jok pengemudi dengan menggunakan bor 3,5 mm.

- d. Pemakaian pengaman *fuse* dan *fuse box* Toyota Hi-Ace menggunakan 8 lajur dan Mitsubishi Colt menggunakan 7 lajur. Dari 7 lajur tersebut dapat dimaksimalkan penggunaanya karena 1 buah fuse digunakan untuk sistem audio sedangkan modifikasi ini tidak sampai memodifikasi sistem audio, sehingga 7 buah fuse sudah cukup digunakan. Penyambungan sumber dan fuse box juga memerlukan penambahan kabel dan *skun female*, masing-masing kabel menggunakan kabel bekas yang masih ada dan *skun* membutuhkan 12 buah.
2. Lampu tanda belok depan bagian samping pada Toyota Hi-Ace tidak ada sehingga untuk jaringan kabel yang ke lampu tanda belok bagian samping tidak digunakan. Ini merupakan salah satu pertimbangan pada pemilihan kabel bodi Mitsubishi Colt yang dirasa tidak banyak melakukan penambahan atau penyambungan kabel lagi.
3. Keadaan saklar kombinasi pada Toyota Hi-Ace sudah tidak dapat digunakan lagi, sehingga harus diganti dengan saklar kombinasi Mitsubishi Colt untuk mencocokkan soket kabel bodi dengan saklar.

Penggantian ini memerlukan pelebaran diameter saklar kombinasi untuk memasangnya pada poros kemudi. Diameter saklar diperlebar dengan menggunakan kikir $\frac{1}{2}$ bulat. Pada saklar kombinasi Toyota Hi-Ace saklar *wiper washer* jadi satu sedangkan pada Mitsubishi Colt terpisah, untuk itu saklar *wiper washer* dapat diatasi dengan memindahkan saklar pada *dashboard* disamping meter kombinasi. Ini memiliki keuntungan karena kontruksi jaringan kabel untuk saklar *wiper washer* juga tercapai.

4. Karakteristik dari meter kombinasi dari kedua kendaraan tidak banyak perbedaan, hanya letak *speedometer* Toyota Hi-Ace dikanan sedangkan Mitsubishi Colt dikiri, begitu juga dengan alat ukurnya.
5. Penempatan *oil pressure switch* pada *engine*, Mitsubishi Colt disisi kanan *engine* sedangkan Toyota Hi-Ace disisi kanan engine. Perbedaan ini tidak merubah panjang kabel untuk switch karena panjang kabel telah tercapai.
6. Pengamanan jaringan kabel ditambahkan *corrugate tube* pada jaringan kabel bagian dekat mesin untuk melindungi dari panas mesin maupun air dan pada bagian depan *cabin* belakang *grill* untuk melindungi dari air.

Berdasarkan analisis tersebut maka kebutuhan bahan-bahan dan alat yang digunakan untuk proses modifikasi pada sistem kelistrikan bodi Toyota Hi-Ace sangatlah banyak dikarenakan sebagian besar sistem kelistrikan bodi Toyota Hi-Ace sudah tidak dapat bekerja sehingga dibutuhkan bahan untuk melengkapi komponen, sehingga semua kebutuhan tersebut akan ditabulasikan pada tabel 1.

B. Implementasi

Setelah mendapatkan analisis kebutuhan untuk melakukan proses modifikasi maka kemudian hali tersebut akan dilakukan bagaimana langkah yang seharusnya akan dilakukan dalam proses modifikasi pada Toyota Hi-Ace, dikarenakan sebagian besar sistem kelistrikan bodi Toyota Hi-Ace sudah tidak dapat bekerja sehingga dibutuhkan bahan untuk melengkapi guna melakukan perbaikan.

Adapun kebutuhan bahan yang digunakan dalam proses modifikasi pada sistem kelistrikan bodi mobil Toyota Hi-Ace sebagai berikut:

Tabel 1. Implementasi proses modifikasi

No	Bahan	Seharusnya	Kenyataan	Jumlah
1	Kabel bodi	Hi-Ace	COLT 120	1 set
		12 m	11,73 m	+ 0,27 m
2	<i>Wiring</i> kelistrikan	Hi-Ace	COLT 120	2 lembar
3	Meter kombinasi	Hi-Ace	COLT 120	1 buah
4	Saklar kombinasi	Hi-Ace	COLT 120	1 buah
5	Saklar <i>washer wiper</i>	Hi-Ace	COLT 120	1 buah
6	<i>Relay</i>	12V-30A	12V-30A	3 buah
7	<i>Fusible link</i>	-	55 A	1 buah
8	<i>Fuse</i>	Tabung	Tabung	5-15 A 6 buah
9	<i>Fuse box</i>	8 lajur	7 lajur	1 buah
10	Kunci kontak	Hi-Ace	COLT 120	1 buah
11	Klakson	12 V-45 W	12 V-45 W	1 buah
12	<i>Flaser</i>	-	12,8V 85 c/m	1 buah
13	Lampu kepala	12V-37,5W , 12V-60W	12V-37,5 , 12V- 60W	@ 2 buah
14	Lampu sign depan	Hi-Ace	Hi-Ace	2 buah
15	Lampu belakang	Hi-Ace	Hi-Ace	2 buah
16	Lampu ruangan	Hi-Ace	ST 100	3 buah
17	<i>Switch rem</i>	Hi-Ace	COLT 120	1 buah
18	Bohlam+piting CHG	Hi-Ace	COLT 120	@ buah

No	Bahan	Seharusnya	Kenyataan	Jumlah
19	Bohlam	-	12V-8W, 12V18/6W	8 dan 2 buah
20	Saklar pencet	-	-	1 buah
21	Mata bor	-	3,5 mm	1 buah
22	Baut penyetel	-	-	6 buah
23	<i>Skun</i>	-	<i>Male dan female</i>	secukupnya
24	Wiper	Hi-Ace	COLT 120	1 set
25	<i>Washer</i>	Hi-Ace	COLT 120	1 set
26	<i>Fuel gauge dan fuel gauge unit</i>	Hi-Ace	COLT 120	@ 1 buah
27	<i>Oil pressure switch</i>	-	Hi-Ace	1 buah
28	Tenol	-	/meter	2 meter
29	<i>Corrugate tube</i>	-	Ø 30 mm	3 meter
30	Konektor <i>female</i>	-	6 dan 3 soket	4 dan 2 buah

Setelah kebutuhan bahan didapatkan maka kebutuhan alat yang dibutuhkan untuk modifikasi pada sistem kelistrikan bodi mobil Toyota Hi-Ace ini antara lain :

- a. Obeng (+) dan obeng (-)
- b. Bor listrik
- c. Solder
- d. Kunci ring, pas
(menyesuaikan)
- e. Tang (menyesuaikan)
- f. Gunting/*cutter*
- g. *Isolasi*
- h. Kikir ½ bulat

Rancangan alat untuk pengujian sistem kelistrikan diperlukan alat *multimeter* untuk mengukur tegangan drop dan *amperemeter* untuk mengukur besar arus pada sistem. Pengujian fungsi dan ketahanan sistem dilakukan dengan menghidupkan semua sistem secara berulang dan dengan jangka waktu tertentu.

C. Rencana Langkah Kerja

Sebelum melakukan modifikasi dalam perbaikan kelistrikan bodi mobil Toyota Hi-ace maka terlebih dahulu membuat rencana kerja mulai dari identifikasi komponen, pengukuran sampai pengujian, sehingga langkah-langkah proses pengerjaan modifikasi dapat terencana sesuai yang diharapkan.

Adapun tahap-tahap langkah kerja modifikasi antara lain :

1. Identifikasi karakteristik

Untuk melakukan modifikasi sistem kelistrikan ini maka terlebih dahulu melakukan identifikasi karakteristik antara Toyota Hi-Ace dengan Mitshubishi COLT sehingga dengan itu mendapatkan perbedaan dan persamaan antara keduanya. Dengan perbedaan tersebut maka langkah selanjutnya bagaimana rencana modifikasi.

2. Identifikasi komponen

Mengidentifikasi kerusakan dan kelengkapan komponen dengan tujuan untuk mencari data komponen apa saja yang harus diganti dan diperbaiki, dengan cara pemeriksaan melakukan pengecekan pada komponen. Semua hasil identifikasi ini dapat dilihat pada lampiran 1.

3. Observasi harga dan pembelian komponen

Semua komponen yang telah dibutuhkan akan dilakukan observasi harga dan ada tidaknya komponen. Pembelian komponen dilakukan di toko-toko *spart part* maupun toko “klithikan” yang ada di sekitar daerah Yogyakarta.

4. Proses modifikasi

Setelah semua bahan dan alat yang dibutuhkan tersedia maka proses modifikasi dapat dilakukan. Proses modifikasi dimulai dari pencarian dan pemeriksaan *kontinuitas* jaringan antar kabel bodi Mitshubishi COLT dengan konektor, pengecekan kondisi dari lampu-lampu, kemudian pengecekan saklar-saklar, melengkapi semua komponen lainnya yang belum ada, pembuatanudukan *fuse box*, *relay*, lampu ruangan, saklar tarik *wiper washer* dan kunci kontak pada *dashboard* serta *fusible link*. Setelah itu merangkai kabel sesuai *lay out* Toyota Hi-Ace dilewatkan pada *chassis* kiri, penyambungan kabel-kabel yang memerlukan penambahan panjang pada bagian lampu belakang pada *switch* mundur, memperbesar diameter saklar kombinasi pada poros kemudi, penyambungan kabel dan *skun* pada *fuse box*, membungkus kabel dengan *corrugate tube*.

5. Pemasangan pada mobil

Pemasangan dilakukan dari pemasangan jaringan kabel, komponen lampu- lampu dan saklar, komponen pengaman, dan komponen kelistrikan yang lain.

6. Penyambungan

Penyambungan dilakukan pada penyambungan jaringan kabel dengan komponen lampu, penyambungan jaringan kabel dan saklar, komponen *relay*, penyambungan pada *fuse box*, *flaser*, meter kombinasi, komponen *washer wiper*, *fuel gauge unit*, *fusible link*, dan baterai.

7. Pengukuran pada sistem

Pengukuran pada sistem kelistrikan dilakukan pada setiap sistem yaitu untuk mengetahui tegangan drop, kebutuhan arus yang mengalir. Dengan dilakukan pengukuran tegangan drop ini maka akan diketahui apabila sistem tersebut mengalami kejanggaran atau masalah pada sistem sehingga dilakukan pemecahannya. Pengukuran arus untuk mengetahui kapasitas kabel yang dipakai dapat dilewati arus pada sistem itu atau tidak.

8. Pengecekan ulang pada sistem

Apabila terjadi permasalahan maka dicarilah dimana permasalahan yang ada, misalnya apakah penyambungan kabel mengalami kekeliruan, penyambungan kabel tidak kuat, sambungan antar soket kotor.

9. Pengukuran ulang

Setelah permasalahan telah diketahui maka dilakukan pengukuran ulang sehingga tegangan drop didapat angka yang paling kecil dan arus yang mengalir dapat diterima.

10. Pengujian

Setelah semua pekerjaan selesai, yang terakhir adalah pengecekan pada semua komponen, kemudian menguji kinerja kelistrikan bodi. Pengujian dilakukan pada pengujian fungsi masing-masing sistem dan ketahanan semua sistem tersebut.

11. Selesai

D. Rencana Jadwal Modifikasi

Supaya target dapat tercapai dengan tepat maka sebelum melakukan pengerjaan modifikasi sistem kelistrikan bodi, terlebih dahulu dibuat program atau jadwal yang akan dilaksanakan sebagai acuan atau target yang harus dicapai. Perencanaan alokasi waktu proses modifikasi sistem kelistrikan bodi sebagai berikut :

Table 2. Rencana Jadwal Modifikasi

No	Uraian Kegiatan	Waktu															
		November 2009				Desember 2009				Januari 2010				Februari 2010			
1	Pemikiran gagasan																
2	Identifikasi kerusakan																
3	Perancangan perbaikan																
4	Observasi dan pembelian komponen																
5	Proses pengerjaan																
6	Pengujian																
7	Pembuatan laporan																

E. Kalkulasi Biaya

Table 3. Kalkulasi Biaya

NO	Nama bahan	Jumlah	Harga (Rp)
1	Kabel bodi	1 set	300.000-
2	Kunci kontak	1 buah	25.000-
3	Stop lamp	2 buah	45.000-
4	Lampu tanda belok dan kota depan	2 buah	45.000-

NO	Nama bahan	Jumlah	Harga (Rp)
5	<i>Fuse box</i>	1 buah	17.500-
6	1 set lampu belakang	2 buah	50.000-
7	Saklar dim	1 buah	75.000-
8	<i>Head lamp</i>	2 buah	55.000-
9	<i>Relay</i>	3 buah	45.000-
10	<i>Flaser</i>	1 buah	15.000-
11	Jek relay	3 buah	13.500-
12	Klakson	1 buah	25.000-
13	<i>Switch rem</i>	1 buah	15.000-
14	Konektor (<i>female</i>) 6 dan 3 soket	6 buah	17.500-
15	Bohlam	8 buah	12.000-
		2 buah	3.000-
17	Bohlam CHG	5 buah	7.500-
18	Piting CHG	3 buah	15.000-
19	Lampu plafon	3 buah	80.000-
20	Mata bor	1 buah	10.000-
21	Baut penyetel lampu kepala	6 buah	15.000-
22	Konektor	4 buah	10.000-
23	<i>Skun</i>	Secukupnya	20.000-
24	Isolasi	2 buah	4.000-
25	<i>Corrugate tube</i>	3 meter	30.000-
26	<i>Oil pressure switch</i>	1 buah	17.000-
27	<i>Fuel gauge , fuel gauge unit</i>	1 buah	70.000-
28	<i>Wiper</i>	1 set	180.000-
29	<i>Washer</i>	1 set	96.500-
30	Pembuatan tempat baterai	1 buah	50.000-
31	Lain-lain	-	50.000-
		Jumlah	1.413.000-

F. Rancangan Pengujian

Dalam rancangan pengujian modifikasi sistem kelistrikan mobil Toyota

Hi-Ace dilakukan dengan uji kinerja sistem, yaitu :

1. Uji fungsi masing-masing sitem.
2. Uji ketahanan sistem.

1. Uji fungsi masing-masing tiap sistem

Uji ini dilakukan untuk mengetahui semua komponen dalam sistem kelistrikan bodi mobil Toyota Hi-Ace dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Adapun sistem yang diuji, yaitu :

a. Sistem lampu penerangan (kepala)

Mengaktifkan saklar lampu kepala sehingga apakah lampu dapat menyala atau tidak, terang atau redup, penyorotan pencahayaan lampu, lampu jarak jauh dapat bekerja atau tidak.

b. Sistem lampu peringatan

Mengaktifkan saklar lampu-lampu peringatan, sehingga lampu indikator tanda belok pada meter kombinasi menyala, lampu berhenti menyala, lampu tekanan oli mesin, lampu indikator jarak jauh menyala atau tidak.

c. Kinerja *switch*

Mengaktifkan semua switch apakah jika switch tersebut aktif maka komponen yang berhubungan dapat bekerja atau tidak, misalkan pada klakson.

d. *Water temperature gauge*

Pengujian ini dilakukan dengan menghidupkan mesin mobil sehingga apabila panas mesin tercapai apakah *water temperature gauge* dapat bekerja atau tidak.

e. *Fuel gauge*

Pengujian dilakukan dengan menggerakkan pelampung apabila belum terpasang sehingga apakah jarum penunjuk dapat naik atau turun. Jika terpasang maka tangki harus diisi bahan bakar sehingga pelampung dapat bekerja dan jarum dapat bekerja pula atau tidak.

f. Sistem lampu ruangan

Mengaktifkan semua saklar lampu ruangan dan dapat bekerja dengan baik atau tidak saklar-saklarnya.

g. Sistem *wiper* dan *washer*

Pengujian *wiper* dilakukan dengan mengaktifkan saklar *wiper* dan apakah *wiper* dapat bekerja atau tidak, otomatis berhenti dapat bekerja atau tidak.

h. Sistem *washer*

Pengujian *washer* dilakukan dengan mengaktifkan saklar dan *washer* dapat bekerja atau tidak, penyemprotan air pada *nozzle* pada permukaan kaca dapat bekerja dengan baik.

2. Uji ketahanan sistem

Untuk uji ketahanan dilakukan dengan cara mengaktifkan sistem kelistrikan bodi secara berulang-ulang dalam jangka waktu tertentu, sehingga yakin sistem yang dibuat dapat berfungsi baik dan memiliki ketahanan. Kriteria pengujiannya yaitu dapat berfungsinya semua *switch*, komponen penerangan, bekerjanya alat ukur (*gauge*), bekerjanya *wiper* dan *washer*, tidak panasnya kabel atau putusnya *fuse*, tidak mengalami

masalah saat dilakukan pengaktifan saklar atau sistem dan komponen secara berulang-ulang.

BAB IV

PROSES, HASIL DAN PEMBAHASAN

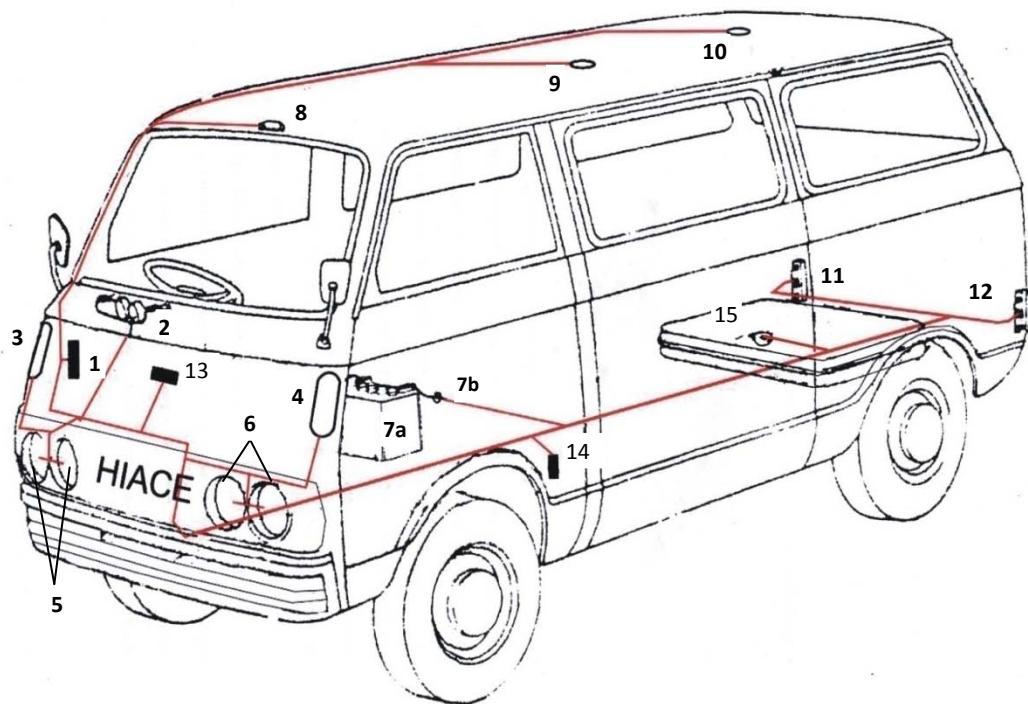
A. Proses Modifikasi Sistem Kelistrikan Bodi

Proses modifikasi sistem kelistrikan bodi pada Toyota Hi-Ace ini dilakukan agar fungsi semua sistem kelistrikan bodi pada Toyota Hi-Ace dapat bekerja sesuai fungsinya masing-masing, sehingga sistem kelistrikan dapat digunakan pada kendaraan tersebut.

Proyek akhir kelistrikan bodi ini memodifikasi sistem kelistrikan bodi pada keseluruhan sistemnya karena sebagian besar komponen kelistrikan mobil Toyota Hi-Ace sudah tidak ada atau tidak berfungsi. Maka pada keseluruhan sistem kelistrikan bodi utama dilakukan perbaikan dan melengkapi komponen yang belum ada. Adapun proses modifikasi sistem kelistrikan bodi diantaranya:

1. Proses modifikasi sistem kelistrikan bodi
 - a. Melepas semua komponen kelistrikan bodi dari mobil Toyota Hi-Ace yang masih tersedia. Hal ini dilakukan agar lebih mudah dalam pengecekan *kontinuitas* kabel serta komponen.
 - b. Melakukan pengecekan kondisi komponen lampu kepala dan melakukan pengecekan kondisi saklar-saklar. Dalam hal ini hanya ada 1 saklar tarik saja.
 - c. Melakukan pengecekan *kontinuitas* jaringan kabel yang baru.

- d. Membuat dudukan *dim switch* pada poros kemudi, karena diameter kurang besar. Diameter lubang *dim switch* harus dikikir untuk menyesuaikan dengan diameter dengan poros kemudi.
- e. Membuat dudukan *relay* dan *fuse box*. Dudukan *relay* dibuat dengan plat dengan tebal 3 mm dan dibuat bentuk L untuk menyesuaikan tempat di dekat *fuse box*.
- f. Membuat dudukan *fusible link* di dekat baterai di bawah jok kemudi dengan bor 3,5 mm.
- g. Melakukan pengecekan *kontinuitas* jaringan kabel bodi Mitsubishi Colt pada masing-masing item seperti lampu penerangan, lampu indikator, klakson, *switch-switch* lainnya.
- h. Pemasangan kabel bodi sesuai lay out yang terdapat pada Toyota Hi-Ace yaitu dengan dilewatkan pada *chassis* sebelah kiri. *Lay out* jaringan kabel dapat dilihat pada gambar 12.
- i. Melakukan penyambungan pada *switch* mundur dan komponen lampu belakang dan setelah dilakukan pemotongan dan penyambungan dilakukan penyolderan agar tidak mudah lepas dan kuat.
- j. Pemasangan *skun* (konektor) yang kemudian dipasangkan pada soket-soket sambungan maupun soket ke masing-masing komponen, seperti dilakukan penambahan skun pada *fuse box* dan lampu ruangan.
- k. Penyambungan jaringan kabel sumber dengan *fuse box* dan jaringan kabel yang menuju ke masing-masing beban.



Keterangan :

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 1. Fuse box | 9. Lampu ruang tengah |
| 2. Meter gauge | 10. Lampu ruang belakang |
| 3. Lampu kota depan kanan | 11. Lampu kota belakang kanan |
| 4. Lampu kota depan kiri | 12. Lampu kota belakang kiri |
| 5. Lampu kepala depan kanan | 13. Motor wiper |
| 6. Lampu kepala depan kiri | 14. Motor washer |
| 7. a) baterai, b) fusible link | 15. Fuel gauge unit |
| 8. Lampu ruang depan | |

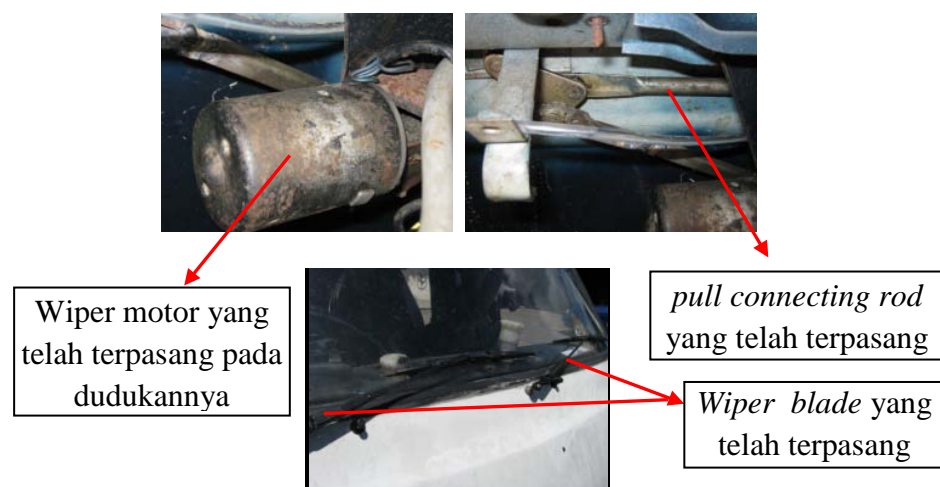
Gambar 12. Layout jaringan kabel bodi pada Toyota Hi-Ace

- l. Pemasanganudukan *relay*, *fuse* pada *fuse box*, dipasang dibawah *dashboard* kanan diatas pedal gas.
- m. Penyambungan jaringan kabel dengan komponen *relay* pada jaringan kabel untuk lampu kota, lampu kepala dan penyambungan jaringan

kabel lampu tanda belok dengan komponen *flaser*. *Flaser* ditempatkan diatas *handle* rem parkir dibawah *dashboard*.

- n. Penyambungan jaringan kabel dengan meter kombinasi sekaligus pemasangan meter kombinasi. Pada meter kombinasi dilakukan penggantian *fuel gauge*, *fiting* dan lampu indikator dan penyambungan jaringan kabel dengan *switch* lampu kepala, *switch* lampu tanda belok, *switch* klakson, *switch* rem, *switch* isyarat mundur, *oil pressure switch*, *temperature switch* dan kunci kontak.
- o. Pemasangan komponen lampu kepala, lampu kota, klakson, lampu tanda belok. Pada lampu belakang dilakukan penyambungan kabel dan penambahan soket karena standar lampu belakang Mitsubishi Colt posisi dibawah tidur tetapi jika Toyota Hi-Ace lebih ke atas dan posisinya berdiri.
- p. Pemasangan komponen lampu ruang. Pemasangan lampu ruangan bagian tengah dan belakang harus dibor untuk membuat dudukan lampu dengan bor diameter 3,5 mm. Untuk bagian depan dipasang sesuai tempat lampu ruang yang lama.
- q. Melepas tangki bahan bakar dan *fuel gauge unit*, pada *fuel gauge unit* sudah rusak, pelampung sudah tidak dapat bekerja serta setelah tangki diisi dengan air, tangki mengalami kebocoran, sehingga pada tangki bahan bakar yang bocor perlu dilakukan pengelasan serta penggantian *fuel gauge unit* dan juga pengurusan pada tangki bahan bakar, setelah itu memasang *fuel gauge unit* yang baru.

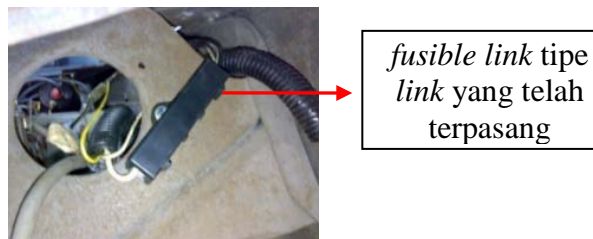
- r. Memasang komponen *wiper* padaudukan yang ada pada kendaraan Toyota Hi-Ace. Pemasangan *push-pull connecting rod* dipasang pada saat dimanapun poros motor *wiper* berada dan *linking rod* diposisikan saat *wiper blade* pada salah satu saat tidur atau berdiri. Untuk *push-pull connecting rod* dilakukan pemotongan karena terlalu panjang. Penyetelan juga dapat dilakukan pada *wiper arm*.



Gambar 13. Pemasangan komponen *wiper*

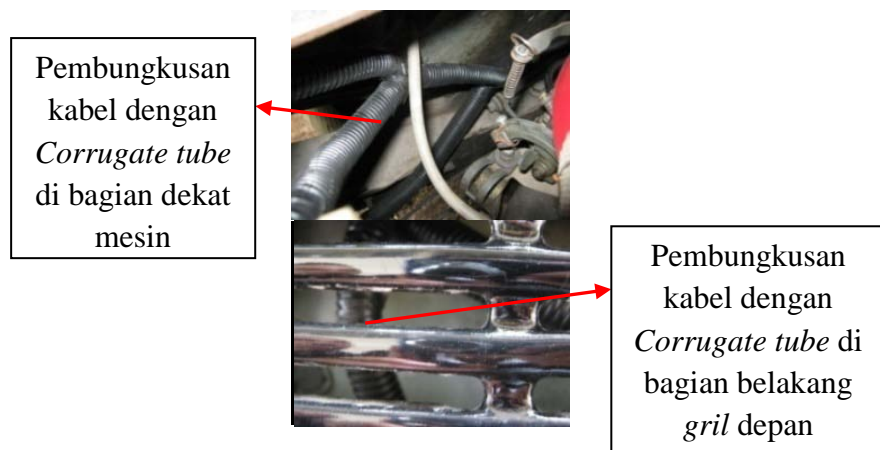
- s. Memasang *washer motor*, *tank*, *nozzle washer* serta memasang selang jaringan *washer*. Membuatudukan *washer tank* dibawah belakang jok kiri depan dengan mengebor dengan 3,5 mm. Kemudian memasang selang *washer* sesuai jaringan antara *washer tank* ke *nozzle washer*.
- t. Memasang saklar *wiper*, *washer* dan sambungan soket-soketnya. Dilakukan pelebaran diameter saklar *washer* dan *wiper* pada *dashboard*.
- u. Penggantian *oil pressure switch* karena pada *switch* sudah patah dan Penggantian *water temperature switch* karena sudah tidak ada.

- v. Penyambungan jaringan kabel dengan komponen yang telah terpasang, pemasangan konektor sambungan antar kabel dan penyambungan konektor jaringan kabel ke masing-masing komponen dan dilanjutkan penyambungan jaringan kabel dengan sumber listrik yaitu baterai.
- w. Pemasangan/menambahkan *fusible link* dalam sistem kelistrikan dengan membuatudukan *fusible link* di bawah jok kiri depan.



Gambar 14. Pemasangan *fusible link*

- x. Pengecekan fungsi masing-masing item dan membungkus jaringan kabel dengan isolasi hitam yang memerlukan pembungkusan.
- y. Pembungkusan dengan *Corrugate tube* pengaman pada jaringan kabel yang terletak dekat mesin untuk melindungi jaringan kabel dari panas mesin dan juga air.



Gambar 15. Pembungkusan kabel dengan *Corrugate tube* kabel

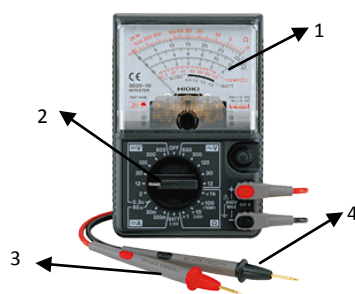
- z. Pengecekan akhir. Hal ini dilakukan untuk memastikan komponen kelistrikan bodi sudah terangkai dan terpasang dengan baik.
2. Menguji kinerja komponen kelistrikan bodi dengan mengaktifkan masing-masing sub sistem yaitu lampu jarak dekat dan jauh, lampu kota, lampu tanda belok, lampu rem, lampu isyarat mundur, klakson.



Gambar 16. Pengaktifan masing-masing sistem kelistrikan

3. Pengukuran kebutuhan tegangan, arus listrik, dan daya listrik.

Alat-alat yang diperlukan untuk pengukuran yaitu *Multimeter* (Spec. Digital Multimeter DT – 830B), dan *Ampermeter* (Spec. KRISBOW KW06-490).



Keterangan :

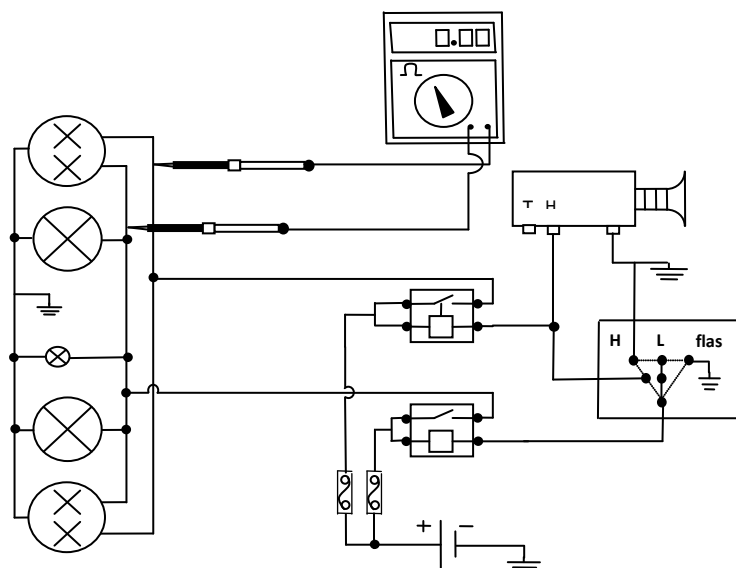
1. Papan penunjuk angka
2. Selektor
3. *Probe positif* (merah)
4. *Probe negatif* (hitam)

Gambar 17. *Multimeter*

Setelah mempersiapkan alat yaitu melakukan pengecekan pada alat yang akan digunakan, dan kemudian melakukan pengukuran arus dan tegangan pada masing-masing sub sistem.

a. Pengukuran tegangan

Langkah mengukur tegangan : Pada *multimeter* menempatkan selektor putar pada DCV, menempatkan *probe positif* (merah) pada kabel positif sebelum beban, menempatkan *probe negative* (hitam) pada kabel setelah beban. Mengaktifkan sistem dan lihat hasil pengukuran pada papan penunjuk angka pengukuran. Langkah yang sama diterapkan pada setiap sub sistem yang ada. Sebagai contoh pengukuran pada sistem lampu kepala jarak dekat berikut ini:

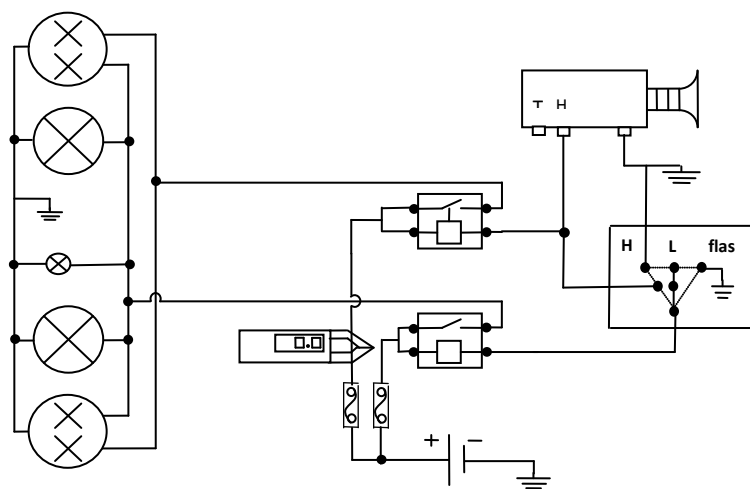


Gambar 18. Pengukuran tegangan pada lampu kepala

b. Pengukuran arus pada rangkaian

Langkah mengukur arus : Menempatkan selektor putar *multimeter* pada DCA. Menempatkan *probe positif* (merah) pada kabel positif, menempatkan *probe negative* (hitam) pada kabel yang sama probe

positif (seperti memotong kabel dan alat ukur seperti jembatan). Mengaktifkan sistem dan lihat hasil pengukuran pada papan penunjuk angka pengukuran. Seluruh pengukuran arus dilakukan pada kabel positif sebelum beban. Langkah yang sama diterapkan pada setiap sub sistem yang ada. Sebagai contoh pengukuran pada sistem lampu kepala berikut:



Gambar 19. Pengukuran arus dengan *amperemeter* pada lampu kepala

4. Melakukan uji kinerja sistem kelistrikan mobil

- a. Sistem lampu penerangan meliputi lampu kota dan lampu jarak dekat dilakukan dengan mengaktifkan saklar tarik sehingga apakah saklar dapat bekerja, lampu dapat nyala, dan kabel, *fuse* tidak mengalami panas atau putus.
- b. Sistem penerangan lampu jarak jauh dengan mengaktifkan saklar dim/jarak jauh sehingga apakah saklar dapat bekerja, lampu dapat nyala, lampu indikator dapat nyala, dan kabel, *fuse* tidak mengalami panas atau putus.

- c. Sistem isyarat tanda belok dengan mengaktifkan saklar tanda belok sehingga apakah saklar dapat bekerja, lampu dapat nyala, lampu indikator dapat nyala dan kabel, *fuse* tidak mengalami panas atau putus.
- d. Lampu rem/isyarat berhenti dengan menginjak pedal rem apakah lampu rem dapat menyala dan dapat padam saat pedal rem dilepaskan, serta kabel, *fuse* tidak mengalami panas atau putus.
- e. Lampu isyarat mundur dengan memposisikan gigi transmisi ke posisi R (*rear*) sehingga lampu dapat menyala dan padam saat posisi gigi transmisi tidak pada posisi R (*rear*) serta kabel, *fuse* tidak mengalami panas atau putus.
- f. Lampu ruangan dengan mengaktifkan saklar lampu ke posisi ON akan menyala dan saat posisi OFF akan mati, serta kabel, *fuse* tidak mengalami panas atau putus.
- g. Isyarat bunyi atau klakson dengan menekan saklar klakson sehingga speaker klakson dapat bunyi dengan baik atau tidak, serta kabel, *fuse* tidak mengalami panas atau putus.
- h. *Wiper* dengan cara mengaktifkan saklar *wiper* ke posisi L (*low*) dan H (*high*) apakah dapat bekerja dan saat diposisikan ke OFF apakah *wiper blade* dapat kembali keposisi semula, serta kabel, *fuse* tidak mengalami panas atau putus.
- i. *Washer* dengan cara mengaktifkan saklar washer dengan cara memutarnya sehingga pompa *washer* dapat bekerja dan

menyempromnya nosel ke permukaan kaca, serta kabel, *fuse* tidak mengalami panas atau putus.

B. Hasil

1. Hasil pemakaian warna kabel pada Toyota Hi-Ace

Pemakaian warna dan diameter kabel merupakan standar dari Mitsubishi COLT, dimaksudkan sebagai pendukung untuk membaca pada *wiring diagram* yang terdapat pada bagian lampiran 3.

Tabel 4. Pemakaian warna dan diameter pada Toyota Hi-Ace

Warna kabel	Kode kabel	Tempat pemakaian	Diameter kabel
Putih-hijau	WG	Tail lamp	1 mm
Hijau	G	Stop lamp	1 mm
Merah-biru	RB	Back-up lamp	1,5 mm
Hijau-kuning	GY	Turn signal lamp (right) Turn signal indicator lamp	1 mm 1 mm
Hijau biru	GL	Turn signal lamp (left) Turn signal indicator lamp	1 mm 1 mm
Kuning hitam	YB	Oil pressure indicator	1 mm
Hitam-merah	BR	Upper beam indicator	1 mm
Kuning-putih	YW	Charging indicator lamp	1 mm
Merah	R	Head lamp (upper)	1,5 mm
Merah-putih	RW	Head lamp (lower)	1,5 mm
Hitam	B	Massa penerangan	1 mm
Coklat	Br	Horn	1 mm
Biru-putih	LW	Washer	1 mm
Merah-hijau (L)	RG	Wiper	1 mm
Kuning-hijau (H)	YG		1 mm
Biru	L	Massa wiper washer	1 mm
Hijau muda	IG	Temperature gauge unit	1 mm
Kuning	Y	Fuel gauge	1 mm
Hitam-putih	BW	Flaser unit (lamp)	0,8 mm
Hijau-kuning	GY	Hazard flaser unit	0,8 mm
Putih-hijau	WG	Sumber flaser	1 mm
Merah-putih	RW	Massa flaser	1 mm

Pemakaian kabel bodi pada modifikasi sistem kelistrikan bodi Toyota Hiace dipakai kabel bodi Mitsubishi Colt karena sulitnya mencari berbagai macam warna kabel yang ada pada sistem kelistrikan dan juga kualitas kabel dipasaran, sehingga dengan pertimbangan kualitas standar kabel Mitsubishi sudah lebih baik ditingkatnya daripada yang ada dipasaran.

2. Hasil pengukuran tegangan, arus dan perhitungan daya.

Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem kelistrikan ini mengalami permasalahan, seperti tidak baiknya sambungan akan menimbulkan tegangan drop, kabel panas, sehingga kita dapat mencari titik letak dimana permasalahan itu terjadi.

Table 5. Hasil pengukuran tegangan, arus dan perhitungan daya

Sub sistem	Tegangan (V)		Arus (I)	Perhitungan Daya		% Penurunan daya
	Sumber (V)	Pada beban		Daya total yang diterima beban	Daya beban total/ teoritis	
Lampu kepala						
- Jarak dekat	12,34	11,97	8,5	101,75 W	120 W	21,90
- Jarak jauh	12,34	12,05	12,2	147,01 W	153 W	9,16
Lampu kota	12,34	12,09	3,6	43,52 W	50 W	3,24
Lampu <i>sign</i>	12,34	12,19	2,5	30,47 W	38 W	2,86
Lampu rem	12,34	11,99	2,6	31,17 W	36 W	1,73
Lampu mundur	12,34	11,87	1,2	14,24 W	16 W	0,28
Klakson	12,34	11,69	3,6	42,08 W	45 W	1,31
Lampu ruang	12,34	11,98	1,4	16,78 W	21 W	0,88

Hasil prosentase penurunan daya pada sistem kelistrikan terkecil 0,28 % dan terbesar 21,90 %.

3. Pengukuran pada *wiper* dan *washer*

Table 6. Hasil pengukuran pada *wiper* dan *washer*

Sistem	Tegangan (V)		Arus (I)	Perhitungan Daya	Kapasitas <i>fuse</i>
	Sumber (V)	Pada beban		Daya total yang diterima beban	
<i>Wiper</i>					10 A
- <i>Low</i>	12,34	12,13	2,4	29,11 W	
- <i>High</i>		12,19	1,8	21,94 W	
<i>Washer</i>	12,34	12,15	2,1	25,51 W	

4. Penggunaan komponen pengaman (*fuse*)

Setelah melakukan pengukuran sehingga didapatkan hasil kapasitas *fuse* yang akan digunakan.

Table 7. Kapasitas *fuse* yang dipakai

Sub sistem		Daya total beban	Arus pada sistem (I)	Kebutuhan arus (I) teoritis	Kapasitas <i>fuse</i>
1. Lampu kepala	- dekat	120 W	8,5 A	9,72 A	15 A
	- jauh	153 W	12,2 A	12,4 A	15 A
2. Lampu kota		50 W	3,6 A	4,05 A	5 A
3. Lampu sein		38 W	2,5 A	3,07 A	5 A
4. Lampu rem		36 W	2,6 A	2,91 A	5 A
5. Lampu mundur		16 W	1,2 A	1,3 A	5 A
6. Klakson		45 W	3,6 A	3,65 A	5 A
7. Lampu ruang		21 W	1,4 A	1,7 A	5 A
8. <i>Wiper</i> - <i>Low</i> - <i>High</i>			2,4 A 1,8 A		10 A
9. <i>Washer</i>			2,1 A		

Hasil pengukuran arus total dari semua sistem kelistrikan adalah 41,32A sehingga dipasang *fusibelinek* tipe *link* dengan kapasitas 55 A.

5. Penggunaan soket dan konektor

Soket yang ditambahkan adalah soket sambungan 3 *contact point* dan 6 *contact point*. Pada saklar tarik menambah soket sambungan 3 *contact point male*. Pada *relay* menggunakan soket 4 *contact point*. Pada unit lampu belakang masing-masing menggunakan soket 6 *contact point female*. Soket penghubung jaringan kabel dengan *speaker horn*, *flaser*, *switch* rem, *switch* lampu mundur menggunakan soket satu *contact point*.

6. Kondisi semua sistem pada kendaraan Toyota Hi-Ace setelah dilakukan modifikasi dapat dilihat pada tabel 8. Kriteria hasilnya yaitu jika baik maka semua sistem kelistrikan seperti *switch*, komponen lampu, alat ukur, dapat bekerja, serta kabel, *fuse* tidak mengalami panas atau putus, jika hasil tidak baik semua sistem kelistrikan seperti *switch*, komponen lampu, alat ukur, tidak dapat bekerja sesuai fungsinya, atau kabel, *fuse* mengalami panas atau putus dan hasilnya akan dibahas pada pembahasan.

7. Kondisi setelah modifikasi

Table 8. Kondisi setelah modifikasi

No	Sistem	Komponen	Kondisi Awal	Perbaikan	Hasil
1	Penerangan				Berfungsi dengan baik
	Lampu kepala	<i>Switch</i>	Baik	-	
		Lampu	1 lampu mati,	Ditambah	
		Kabel	Ada	Komp. baru	
		Konektor	Rusak	Komp. baru	
		Baut penyetel	Tidak ada	Komp. baru	
		<i>Relay</i>	Tidak ada	Komp. baru	
	Lampu kota	<i>Switch</i>	Baik	-	Berfungsi dengan baik
		Lampu, kabel, konektor	Tidak ada	Komp. baru	
		<i>Relay</i>	Tidak ada	Komp. baru	
	Lampu ekor	<i>Switch</i>	Baik	-	Berfungsi dengan baik
		Lampu	Tidak ada	Komp. baru	
		Kabel	Ada	-	
		Konektor	Ada	-	
	Tanda belok	<i>Swicth</i>	Tuas patah	Komp. baru	Berfungsi dengan baik
		Lampu, kabel, konektor, <i>flaser</i>	Tidak ada	Komp. baru	
	Lampu rem	<i>Swicth</i> , lampu, konektor	Tidak ada	Komp. baru	Berfungsi dengan baik
		Kabel	Ada	Komp. baru	
	Lampu mundur	<i>Switch</i> , lampu, konektor, kabel	Tidak ada	Komp. baru	Berfungsi dengan baik
3	Klakson	<i>Swicth</i> , kabel, konektor	Tidak ada	Komp. baru	Berfungsi dengan baik
4	Lampu ruangan	Depan	Rusak	Komp. baru	Berfungsi dengan baik
		Belakang	Tidak ada	Komp. baru	
		Kabel, konektor	Ada	-	
5	Komponen pengaman	<i>Fuse, fuse box, fusebelink</i>	Tidak ada	Komp. baru	Berfungsi dengan baik
6	Lampu indikator	Lampu dan <i>fiting</i>	Tidak ada	Komp. baru	Berfungsi
7	Kunci kontak		Ada (macet)	Komp. baru	Berfungsi
8	Meter kombinasi	<i>Fuel, temperture gauge, switch oil</i>	<i>Fuel</i> rusak	Bekas	Berfungsi dengan baik
9	<i>Wiper</i>		Tidak ada	Bekas	Berfungsi dengan baik
10	<i>Washer</i>		Tidak ada	Komp. baru	Berfungsi dengan baik

C. Pembahasan

Pengujian fungsi dan ketahanan dilakukan dengan menguji menguji seluruh fungsi masing-masing sub sistem dengan cara megaktifkan sub sistem yang diuji secara berulang dan dibiarkan dalam jangka waktu 2 jam, sehingga sistem berfungsi dengan baik. Komponen yang diuji yaitu :

1. Sistem penerangan lampu kepala jarak dekat dapat berfungsi dengan baik setelah dilakukan penggantian komponen lampu. Hal ini berdasarkan pada sistem penerangan lampu kepala jarak dekat dapat menyala ketika saklar diaktifkan ke On dan mati saat saklar Off. Setelah melakukan pengukuran, sistem penerangan lampu kepala jarak dekat terjadi penurunan daya sebesar 21,90 %, hal ini dikarenakan komponen lampu kepala jarak dekat bekas, setelah dilakukan pengukuran daya sebenarnya satu lampu mengalami penurunan dari daya teoritis satu lampu. Nyala lampu terang, kabel tidak panas, serta tidak putus dan tidak panasnya sekering. Arus aktual 8,5 A sedangkan arus teoritis 9,72 A sehingga dipasang 15 A jadi lampu kepala jarak dekat dipasang 15 A dinyatakan aman.
2. Sistem penerangan lampu kepala jarak jauh dapat berfungsi dengan baik setelah dilakukan penggantian komponen lampu. Hal ini berdasarkan pada sistem penerangan lampu kepala jarak jauh dapat menyala ketika saklar lampu jauh diaktifkan, serta saklar dim/flash diaktifkan. Lampu indikator dim/flash pada meter kombinasi dapat menyala saat lampu jarak jauh dan flash diaktifkan. Setelah melakukan

pengukuran, sistem penerangan lampu kepala jarak dekat terjadi penurunan daya sebesar 9,16%, hal ini dikarenakan komponen lampu kepala jarak jauh bekas, setelah dilakukan pengukuran daya sebenarnya satu lampu mengalami penurunan dari daya teoritis satu lampu. Nyala lampu terang, kabel tidak panas, serta tidak putus dan tidak panasnya sekering. Arus aktual 12,2 A sedangkan arus teoritis 12,4 A sehingga dipasang 15 A jadi lampu kepala jarak jauh dipasang 15 A dinyatakan aman. Pengontrolan pada lampu kepala jarak dekat dan jauh adalah menggunakan kontrol negatif dengan *relay*, *switch* lampu jarak dekat dan jauh mengontrol fungsi *relay*. Pengontrolan terletak pada *relay*.

3. Sistem penerangan lampu kota dapat berfungsi dengan baik setelah dilakukan penggantian komponen lampu. Hal ini berdasarkan pada sistem penerangan lampu kota dapat menyala ketika saklar diaktifkan ke On dan mati saat saklar Off. Setelah melakukan pengukuran, sistem penerangan lampu kota terjadi penurunan daya sebesar 3,24 %, penurunan ini bisa disebabkan karena panjang kabel. Nyala lampu terang, kabel tidak panas, serta tidak putus dan tidak panasnya sekering. Arus aktual 3,6 A sedangkan arus teoritis 4,05 A sehingga dipasang 5 A jadi lampu kota dipasang 5 A dinyatakan aman. Pengontrolan lampu kota menggunakan kontrol negatif. Pengontrolan terletak pada *relay*. Saklar aktif maka arus mengalir dari baterai-*fuse-relay*-saklar (kontrol), dan diteruskan pada beban.

4. Sistem isyarat lampu tanda belok dan *hazard* dapat berfungsi dengan baik setelah dilakukan penggantian komponen. Hal ini berdasarkan pada sistem isyarat lampu tanda belok dan *hazard* dapat menyala ketika saklar diaktifkan dan mati saat saklar Off. Lampu indikator tanda belok pada meter kombinasi dapat menyala saat lampu tanda belok diaktifkan. Setelah melakukan pengukuran, sistem isyarat lampu tanda belok dan *hazard* terjadi penurunan daya sebesar 2,86 %, penurunan ini bisa disebabkan karena panjang kabel. Nyala lampu terang, kedipan lampu tanda belok 107 kedipan/menit dengan normal kedipan 60-120 kedipan/menit (Schuring, H, & Kusumoyudo Wasito, B. ,1982:191). Kabel tidak panas, serta tidak putus dan tidak panasnya sekering. Arus aktual 2,5 A sedangkan arus teoritis 3,07 A sehingga dipasang 5 A jadi lampu tanda belok dan *hazard* dipasang 5 A dinyatakan aman. Pengontrolan lampu tanda belok dan *hazard* menggunakan kontrol negatif. Pada lampu tanda belok arus dialirkan dari terminal ACC. Pengontrolan arus dilakukan setelah melalui *flaser*, dikontrol *switch* untuk selektor lampu tanda belok kanan dan kiri. Kemudian dialirkan ke lampu kemudian diteruskan ke *ground*.
5. Sistem isyarat berhenti/rem dapat berfungsi dengan baik setelah dilakukan penggantian komponen. Hal ini berdasarkan pada sistem isyarat berhenti/rem dapat menyala ketika pedal rem diinjak dan mati saat pedal rem dikembalikan ke posisi semula. Setelah melakukan pengukuran, sistem isyarat berhenti/rem terjadi penurunan daya sebesar

1,73 %, penurunan ini bisa disebabkan karena panjang kabel. Nyala lampu terang/jelas, kabel tidak panas, serta tidak putus dan tidak panasnya sekering. Arus aktual 2,6 A sedangkan arus teoritis 2,91 A sehingga dipasang 5 A jadi lampu isyarat berhenti/rem dipasang 5 A dinyatakan aman. Pengontrolan lampu isyarat berhenti/rem menggunakan kontrol positif. Arus dari sumber baterai ke *switch* rem (pengontrolan) diteruskan pada lampu dan diteruskan pada *ground*.

6. Sistem isyarat mundur dapat berfungsi dengan baik setelah dilakukan penggantian komponen. Hal ini berdasarkan pada sistem isyarat mundur dapat menyala ketika tuas transmisi diposisikan pada gigi mundur. Setelah melakukan pengukuran, sistem isyarat mundur terjadi penurunan daya sebesar 0,28 %, penurunan ini bisa kecil karena panjang kabel yang dibutuhkan hanya pendek. Nyala lampu terang/jelas, kabel tidak panas, serta tidak putus dan tidak panasnya sekering. Arus aktual 1,2 A sedangkan arus teoritis 1,3 A sehingga dipasang 5 A jadi lampu isyarat mundur dipasang 5 A dinyatakan aman. Pengontrolan lampu isyarat mundur positif. Ketika saklar aktif maka arus dialirkan dari ACC kunci kontak ke *switch* (pengontrolan) kemudian dialirkan pada lampu dan diteruskan ke *ground*.
7. Sistem isyarat bunyi/klakson dapat berfungsi dengan baik setelah dilakukan penggantian komponen. Hal ini berdasarkan pada sistem isyarat bunyi/klakson dapat menyala ketika saklar klakson diakfikan/ditekan. Setelah melakukan pengukuran, sistem isyarat

bunyi/klakson terjadi penurunan daya sebesar 1,3 %. Nyala klakson jelas, tidak terlalu lemah dan terlalu keras, kabel tidak panas, serta tidak putus dan tidak panasnya sekering. Arus aktual 3,6 A sedangkan arus teoritis 3,65 A sehingga dipasang 5 A jadi isyarat bunyi/klakson dipasang 5 A dinyatakan aman. Pengontrolan isyarat bunyi/klakson negatif. Arus dari baterai diteruskan ke *fuse* dan ke *speaker* klakson kemudian *switch* klakson dan ke *ground*, pengontrolan oleh *switch* ke *ground*.

8. Sistem lampu ruangan dapat berfungsi dengan baik setelah dilakukan penggantian komponen. Hal ini berdasarkan pada sistem lampu ruangan dapat menyala ketika saklar tiap-tiap lampu ruangan diaktifkan. Setelah melakukan pengukuran, sistem lampu ruangan terjadi penurunan daya sebesar 0,88 %, penurunan ini bisa disebabkan karena panjang kabel yang dibutuhkan hanya pendek. Nyala lampu terang/jelas, kabel tidak panas, serta tidak putus dan tidak panasnya sekering. Arus aktual 1,4 A sedangkan arus teoritis 1,7 A sehingga dipasang 5 A jadi lampu ruangan dipasang 5 A dinyatakan aman. Pengontrolan lampu ruangan menggunakan kontrol negatif.
9. Lampu indikator tekanan oli dapat menyala saat belum ada tekanan dan mati saat adanya tekanan oli pada mesin. Dilakukan penggantian pada *oli pressure switch* karena patah. Jika mesin mati titik kontak pada *oil pressure switch* berhubungan dengan *massa* bodi sehingga lampu

indikator oli akan hidup. Jika mesin hidup oli memberikan tekanan pada *switch* maka titik kontak akan lepas sehingga lampu akan mati.

10. *Fuel gauge* dapat bekerja dengan baik. *Fuel gauge* pada meter kombinasi *coil* putus dan *fuel gauge unit* karatan (pelampung tidak dapat bergerak) sehingga perlu diganti. Setelah dilakukan penggantian *fuel gauge* dan *fuel gauge unit* serta dipasang, kemudian diuji dengan menggerakkan *fuel gauge unit* (pelampung) ke atas bawah, dan hasilnya jarum *fuel gauge* dapat menunjuk ke posisi E, $\frac{1}{2}$, dan F sesuai posisi gerakan pelampung. Tipe *gauge* adalah *Bimetal-Resistance*, pengontrolan diatur dari pelampung bahan bakar yang menggerakkan tahanan geser yang mengatur besar kecilnya arus yang mengalir ke bimetal *fuel gauge*. Jika pelampung naik maka tahanan kecil jarum akan naik, jika pelampung turun tahanan besar jarum akan turun.
11. *Water temperature gauge* dapat bekerja saat mencapai suhu panas mesin dan dapat turun saat panas mesin dingin. Hal tersebut diuji dengan menghidupkan mesin. Dilakukan penggantian *switch* karena sudah tidak ada. Selain itu juga dilakukan pengukuran pada *Water temperature gauge*, jarum dapat naik apabila terjadi *over heating* dengan cara *Water temperature gauge* terminal diberi sumber dan ujung yang lain dipasangkan resistor 25 Ohm (standart Mitsubishi Colt) secara seri dengan ground, maka jarum akan menunjuk posisi H. Tipe *gauge* adalah *Bimetal-Resistance*. Bimetal yang dipasangkan pada temperatur sama dengan pada bahan bakar. Besar kecilnya tahanan

tergantung dengan besar kecilnya tahanan temperatur. Jika temperatur tinggi tahanan rendah maka jarum temperatur akan naik, jika temperatur rendah tahanan besar maka jarum akan turun.

12. *Wiper* dapat bekerja saat ditarik ke posisi *low* dan ke posisi *high*. *Wiper* dapat kembali ke posisi semula saat saklar di non aktifkan. Saat *wiper* diaktifkan kabel tidak mengalami panas, serta tidak putus dan tidak panasnya sekering. Arus aktual *low* 2,4 A dan *high* 1,8 A sehingga dipasang 5 A jadi *wiper* dipasang 5 A dinyatakan aman. *Wiper* dikontrol dengan saklar tarik dengan 2 kecepatan. *Wiper motor* adalah motor listrik dikombinasikan dengan magnet alam (*ferrite magnet*) sebagai stator dan *armature* sebagai rotornya. Perbedaan letak *brush* mengakibatkan perbedaan kecepatan *low* dan *high*.

13. *Washer* dapat bekerja dengan baik saat saklar *washer* diaktifkan. Setelah dilakukan beberapa modifikasi seperti pembuatan dudukan *tank washer*, dan berfungsi dengan baik. Saklar *washer* jadi satu dengan saklar *wiper* sehingga menghidupkan *washer motor* untuk memompa air pembersih dan disemprotkan ke kaca melalui *nozzle*. Lubang *nozzle* dapat distel untuk mengarahkan posisi penyemprotan pada kaca. Saat *washer* diaktifkan kabel tidak mengalami panas, serta tidak putus dan tidak panasnya sekering. Arus aktual *low* 2,1 A sehingga dipasang 5 A jadi *washer* dipasang 5 A dinyatakan aman. Penggunaan *wiper* dan *washer* dijadikan satu sehingga dipakai fuse berkapasitas 10 A.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dengan diselesaikannya proyek akhir modifikasi sistem kelistrikan bodi mobil Toyota Hi-Ace dan berdasarkan uraian penjelasan pada tiap-tiap bab sebelumnya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya sebagai berikut :

1. Rencana proses modifikasi sistem kelistrikan bodi melalui beberapa tahapan yaitu memahami dan mengidentifikasi karakteristik antara Toyota Hi-Ace dengan Mitsubishi COLT, mengidentifikasi komponen pada Toyota Hi-Ace yang sebenarnya, mengganti kabel bodi Toyota Hi-Ace dengan Mitsubishi COLT dengan menambah panjang kabel pada bagian lampu belakang dan pada *switch* mundur, mengubah *lay out* jaringan kabel dari COLT ke Hi-Ace, membuat dudukan *fuse box* dan *relay* diatas pedal gas, membuat dudukan lampu ruangan, membuat dudukan saklar tarik *wiper washer* dan kunci kontak pada *dashboard* serta membuat dudukan *fusable link* untuk pengaman utama sistem kelistrikan, penambahan kabel dan penyambungan dengan *skun* pada *fuse box*, membungkus kabel dengan *corrugate tube*, pengurusan dan pengelasan tangki bahan bakar, melakukan pengukuran pada sistem kelistrikan.
2. Proses modifikasi sistem kelistrikan bodi mobil Toyota Hi-Ace dan tahapannya antara lain:

- a. Pemahaman karakteristik semua sistem kelistrikan antara Toyota Hi-Ace dengan Mitsubishi COLT.
- b. Pengidentifikasian kelengkapan dan kerusakan semua komponen pada Toyota Hi-Ace.
- c. Observasi harga barang dan dilanjutkan dengan pembelian komponen yang diperlukan untuk proses modifikasi di daerah Yogyakarta.
- d. Penggantian komponen dan modifikasi pada sistem kelistrikan seperti lampu-lampu penerangan, saklar, kabel bodi, meter kombiasi, alat ukur, *wiper washer*, komponen pengaman.
- e. Perakitan komponen pada kendaraan dan penyambungan kabel dengan semua komponen.
- f. Pengukuran tegangan drop dan arus pada sistem kelistrikan Toyota Hi-Ace.
- g. Pengujian fungsi sistem kelistrikan dengan menghidupkan semua sistem kelistrikan dan pengujian ketahanan dengan menghidupkan semua sistem kelistrikan secara berulang dan dalam jangka waktu tertentu.

Berdasarkan proses modifikasi pada sistem kelistrikan Toyota Hi-Ace tersebut, semua komponen sistem kelistrikan dapat berfungsi dengan baik.

3. Pengujian kinerja sistem kelistrikan Toyota Hi-Ace setelah dimodifikasi yaitu dengan menghidupkan semua sistem pada sistem kelistrikan mobil Toyota Hi-Ace secara berulang dan dalam jangka tertentu, maka hasilnya

semua komponen kelistrikan bodi mobil Toyota Hi-Ace dapat berfungsi dengan baik. Hal ini dapat dibuktikan dengan menyalanya sistem penerangan, dapat bekerjanya *switch*, dan dapat berfungsinya lampu indikator pada meter kombinasi, kabel tidak panas, serta tidak putus dan tidak panasnya sekering, semua pengaman pada semua sistem kelistrikan dinyatakan aman, serta kebutuhan akan daya listrik dengan penggunaan komponen yang ada dapat tercukupi.

B. Keterbatasan Modifikasi

Proyek akhir modifikasi sistem kelistrikan bodi Toyota Hi-Ace memiliki keterbatasan, keterbatasan tersebut adalah penggunaan sebagian komponen dalam modifikasi tidak seperti standar mobil Toyota Hi-Ace karena sulit mendapatkan komponen sehingga dilakukan beberapa perubahan, untuk itu dipasangnya komponen dengan mengadopsi milik kendaraan lain. Dengan modifikasi ini maka ciri khas dari kendaraan Toyota Hi-Ace sedikit hilang.

C. Saran

Berdasarkan dan keterbatasan proyek akhir modifikasi sistem kelistrikan bodi Toyota Hi-Ace, saran yang dapat diberikan pada pembaca sebagai yaitu untuk perbaikan berikutnya sebaiknya menggunakan komponen asli agar kondisi mobil benar-benar dapat seperti ciri khas dari Toyota Hi-Ace atau pada kondisi baru.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim.(1995). *Toyota Service Training New Step 1*.Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Anonim.(1995). *Toyota Service Training New Step 2*.Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Anonim.(2001). *Training Manual Intermediate2*. Jakarta: PT. Astra Daihatsu Motor.
- Anonim. (Tanpa Tahun). *Works Shop Manual COLT 120*. Jakarta: PT. Mitsubishi Motor.
- Boentarto. (1993). *Cara PemeriksaanPenyetelan Dan PerawatanKelistrikan Mobil*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Boentarto. (2002). *Teknik Service Mobil*. Semarang: Effhar.
- Daryanto. (1993). *Memahami Dan Merawat Sistem Kelistrikan Mobil*. Bandung: CV. Yrama Widya.
- Anonim. (2007). *Multimeter*.Google Images:
<http://www.google.co.id/imglanding?q=multimeter&hl=id&client=firefox-a&rls=org.mozilla:en->, Tuesday, 12.04.2011; 5.15 pm
- Anonim. (2005). *Oil pressure switch*.Google Images:
<http://www.google.co.id/imglanding?q=switch+oli&hl=id&client=firefox-a&rls=org.mozilla:en->, Tuesday ,12.04.2011; 5.17 pm
- Anonim. (2005). *Relay*.Google Images:
<http://www.google.co.id/imglanding?q=relay&hl=id&client=firefox-a&rls=org.mozilla:en->, Tuesday12.04.2011; 5.20 pm
- Schuring, H, &KusumoyudoWasito, B. (1982).*TeknikKendaraanBermotor*. Bandung: Binacipta.
- Suyanto. (2004). *Modul Pembelajaran Listrik dan Elektronika Dasar*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- TIM FT UNY. (2003). *PedomanProyekAkhir*.Yogyakarta: UniversitasNegeri Yogyakarta.

LAMPIRAN

Hasil Identifikasi Komponen

No	Sistem	Komponen	Kondisi
1	Penerangan		
	Lampu kepala	<i>Switch</i>	Baik
		Lampu	Tinggal 2 (kanan dan kiri)
		Kabel	Ada
		Konektor	Rusak
		Baut penyetel	Tidak ada
	Lampu kota	<i>Switch</i>	Baik
		Lampu, kabel, konektor	Tidak ada
	Lampu ekor	<i>Switch</i>	Baik
		Lampu	Tidak ada
		Kabel	Ada
		Konektor	Ada
2	Lampu isyarat		
	Tanda belok	<i>Switch</i>	Tuas patah
		Lampu, kabel, konektor, flaser	Tidak ada
	Lampu rem	<i>Switch</i> , lampu, konektor	Tidak ada
		Kabel	Ada
	Lampu mundur	<i>Switch</i> , lampu, konektor, kabel	Tidak ada
3	Klakson	<i>Swicth</i> , kabel, konektor	Tidak ada
4	Lampu ruangan	Depan	Rusak
		Belakang	Tidak ada
		Kabel, konektor	Ada
5	Komponen pengaman	<i>Fuse, fuse box, fusebelink</i>	Tidak ada
6	Lampu indikator	Dim/ <i>flash</i> , <i>sein</i> , oli	Tidak ada
7	Alat ukur	<i>Fuel gauge, water temperatur gauge</i>	Tidak ada
8	Switch	<i>oli pressure switch, fuel gauge unit</i>	Rusak
9	<i>Wiper</i>	<i>Motor, push-pull connecting rod, wiper arm, wiper blade</i>	Tidak ada
		<i>linking rod</i>	Ada
10	<i>Washer</i>	<i>tank, motor pump, hose,</i>	Tidak ada
11	Kunci kontak		Ada (macet)
12	Sumber listrik	Baterai	Tidak ada



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK



Certificate No : QSU00392

BUKTI SELESAI REVISI PROYEK AKHIR D3/S1

FRM/OTO/11-00
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : Yayan Yudhi Kristianto
No. Mahasiswa : 07509131014
Judul PA D3/S1 : Modifikasi Sistem Kelistrikan
Bodi Toyota Hi-Ace (D3)
Dosen Pembimbing : Sutiman, M.T.

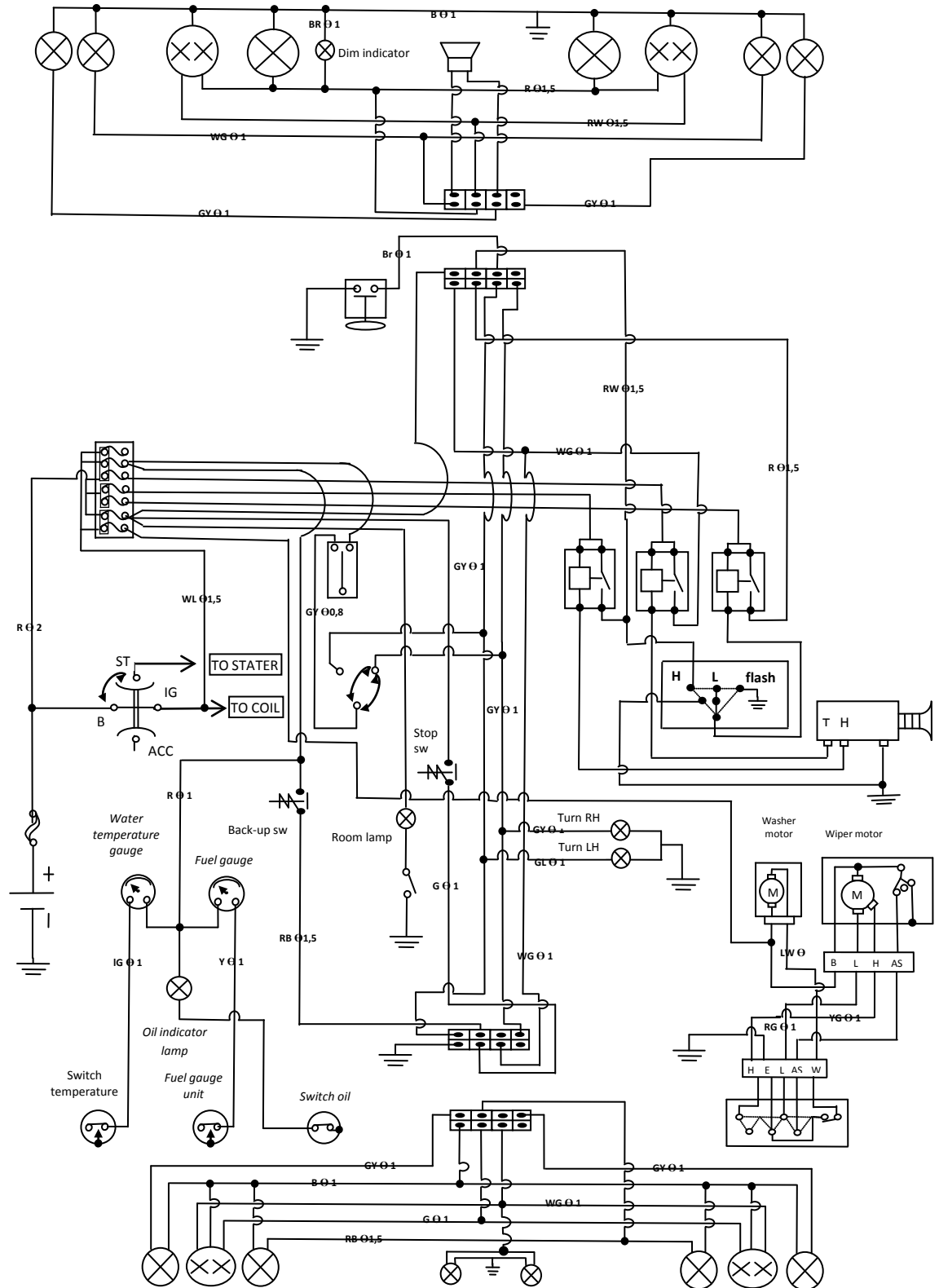
Dengan ini Saya menyatakan Mahasiswa tersebut telah selesai revisi.

No	Nama	Jabatan	Paraf	Tanggal
1	Sutiman, M.T	Ketua Penguji		24/6 2011
2	Suhartanta, M.Pd	Sekretaris Penguji		24/6 2011
3	Dr. Sukoco	Penguji Utama		20/6 2011






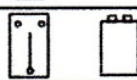
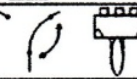

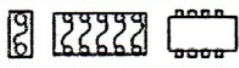
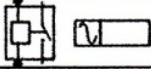

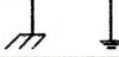

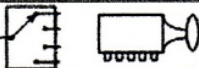



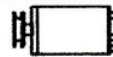


Keterangan :

1. Arsip Jurusan
2. Kartu wajib dilampirkan dalam laporan Proyek Akhir D3/S1

WIRING DIAGRAM



SIMBOL DAN KETERANGAN

SIMBOL	KETERANGAN
	Bola lampu <i>single filament</i>
	Bola lampu <i>double filament</i>
	<i>Speaker</i> klakson
	Soket sambungan antar kabel
	Saklar tekan (<i>horn switch</i>)
	<i>Flasher</i>
	Saklar tiga <i>kontak point</i>
	Sumber listrik (<i>battery</i>)
	<i>Fuse</i> and <i>fuse box</i>
	<i>Relay</i>
	Saklar 4 <i>kontak point</i> (kunci kontak)
	<i>Body / Ground</i>
	<i>Fuel tank gauge</i>
	Saklar 4 <i>cotak point</i>
	<i>Fuel gauge</i> dan <i>Ampere meter</i>
	Saklar rem
	<i>Indicator lamp</i>
	<i>Alternator</i>
	Metre kombinasi
	<i>Motor starter</i>



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

KARTU BIMBINGAN PROYEK AKHIR /TUGAS AKHIR SKRIPSI

FRM/OTO/04-00
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : YAYAN YUDHI KRISTIANTO
No. Mahasiswa : 07509131014
Judul PANTAS : Refondisi kelistrikan bodi mobil
Hi - Ace
Dosen Pembimbing : Sutiman, MT

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda tangan Dosen Pemb.
1	19-10-10	rencana proyek	Desain rangkaian.	
2	6-11-10	rencana proyek	Aplikasi penghitungan daya.	
3	25-11-10	Laporan Bab I	Perbaiki latar tk masalah.	
4	6-12-10	Laporan Bab II	Perbaiki konsep teori Bab II.	
5	5-1-11	Laporan Bab II	Tambahkan spec arus utk sistem	
6	25-02-11	Laporan Bab II	Tambah penjelasan & aplikasi fisibel Ciri.	
7				
8	8-04-11	Bab II	Extra Spesifikasi, dan sem	
9	15-04-11		urutan penyampaian materi Bab II	
10			Spesifikasi.	

Keterangan :

1. Mahasiswa wajib bimbingan minimal 6 kali
Bila lebih dari 6 kali. Kartu ini boleh dicopy.
2. Kartu ini wajib dilampirkan pada laporan PA/TAS



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

KARTU BIMBINGAN PROYEK AKHIR / TUGAS AKHIR SKRIPSI

FRM/OTO/04-00

27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : YAYAN YUDHI KRISTIAN TO
No. Mahasiswa : 07509131014
Judul PA/TAS : Rekondisi Kelistrikan Bodi Mobil
Toyota Hi - Ace
Dosen Pembimbing : Sutiman, MT

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda tangan Dosen Pemb.
1	25-04-2011	Simpulan.	Perbaiki simpulan dan smn.	
2			Perbaiki Abstrak/tesis,	
3	27-04-2011	Seluruh materi	Siap ujian.	
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Keterangan :

1. Mahasiswa wajib bimbingan minimal 6 kali
Bila lebih dari 6 kali. Kartu ini boleh dicopy
2. Kartu ini wajib dilampirkan pada laporan PA/TAS